

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль – «Материаловедение и технологии для наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры аналитической химии В.В.Кузнецовым, к.х.н., ст. преп. Кобец У.Л., ст. преп. кафедры аналитической химии Е.Г. Шалимовой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «15» апреля 2025 г., протокол № 5

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов профиль «Материаловедение и технологии для наноматериалов и наносистем», накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «*Аналитическая химия*» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ химических и некоторых физико-химических методов анализа; ознакомление с принципами работы основных приборов, используемых в физико-химических методах анализа; изучение метрологических основ аналитической химии; ознакомление с методами, широко используемыми в современной аналитической практике.

Дисциплина «*Аналитическая химия*» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.2 Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа;
- теоретические основы физико-химических методов анализа;
- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

Владеть:

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80,4	60,3
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	1,34	48,4	36,3
Самостоятельная работа	1,77	63,6	47,7
Контактная самостоятельная работа	1,77		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		63,6	47,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов				
		Академ. часов	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах	32	6	12	6	8
1.1	Введение в современную аналитическую химию.	4	1	-	1	2
1.2	Специфика задач аналитической химии.	4	1	-	1	2
1.3	Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии	18	2	12	2	2
1.4	Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.	6	2	-	2	2
	Раздел 2. Количественный химический анализ	92	8	4	40	40
2.1	Принципы и задачи количественного анализа.	4,5	0,5	-	2	2
2.2	Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии. Требования, предъявляемые к ним.	15	1	4	4	6
2.3	Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.	17,5	1,5	-	8	8
2.4	Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.	19	2		9	8
2.5	Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.	19	2	-	9	8
2.6	Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.	17	1	-	8	8
3.	Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа.	20	2		2	16

3.1	Классификация инструментальных методов анализа (ФХМА). Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества.	6,5	0,5			6
3.2	Аналитические и метрологические характеристики ФХМА	9	1		2	6
3.3	Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа	4,5	0,5			4
	ИТОГО	144	16	16	48	64

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах

1.1 Введение в современную аналитическую химию.

Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды. Виды анализа. Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Постановка аналитической задачи. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др. Понятия о современных методах элементного анализа: атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ.

1.2 Специфика задач аналитической химии.

Основные термины аналитической химии. Обнаружение. Определение. Анализ. Аналитические химические реакции как основа химического анализа. Качественные и количественные аналитические химические реакции. Требования, предъявляемые к ним. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе. Аналитическая форма и аналитические признаки. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность). Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности и чувствительности аналитических реакций.

1.3 Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии.

Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора).

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса. Вычисление pH растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Буферные растворы,

используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет pH, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.

Химические и физико-химические способы определения pH растворов. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение. Расчет коэффициентов побочных реакций.

1.4. Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.

Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Дополнительно: теория действия комплексообразующих ОР, учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромофорными элементами. Интенсивность окраски аналитических форм и интенсивность поглощения. Использование реакций органических реагентов в фотометрическом анализе.

Раздел 2. Количественный химический анализ

2.1. Принципы и задачи количественного анализа.

Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Тесты на выявление систематических погрешностей в результатах количественного химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.

2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии.

Требования, предъявляемые к ним.

Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним.

Дополнительно: инструментальные методы индикации ТЭ. Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Другие способы установления конечной точки титрования.

2.3. Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.

Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора,

показатель титрования (рТ). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Практическое применение реакций кислотно-основного взаимодействия. Потенциометрическое титрование на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные погрешности и их оценка.

2.4. Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.

Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов. Применение химических реакций комплексообразования в фотометрическом анализе, в методе кондуктометрического титрования. Реакции осаждения в количественном химическом анализе. Гравиметрический анализ. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Применение химических реакций осаждения в методе потенциометрического титрования, в методе турбидиметрии. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Осадительное титрование.

2.5. Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.

Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Применение реакций окисления-восстановления в методе потенциометрического титрования.

2.6. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д.

Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа

3.1. ФХМА – составная часть современной аналитической химии.

Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.

3.2. Метрологические основы аналитических методов.

Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница диапазона определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

3.3. Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа. Представление о фотометрических, потенциометрических методах анализа и ионнообменной хроматографии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа	+	+	+
2	теоретические основы физико-химических методов анализа		+	+
3	принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа		+	+
	Уметь:			
4	применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
5	проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи	+	+	+
6	проводить расчеты на основе проведенных исследований		+	+
7	проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа	+	+	+
	Владеть:			
8	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа		+	+
9	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок	+	+	+
10	методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+
11	основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа		+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:			

12	ОПК-1.1 Знает методы математического анализа, моделирования, основы естественных наук и общинженерных дисциплин			
	ОПК-1.2 Умеет решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	+	+	+
	ОПК-1.3 Владеет методами решения задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания			

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 1	Расчет pH растворов кислот и оснований различной силы, расчет pH смесей, солей и буферных растворов. Определение буферной емкости.	4
		Расчет констант равновесия реакций осаждения-растворения. Расчет условий осаждения и растворения осадков	2
		Уравнение Нернста. Определение направления протекания окислительно-восстановительного процесса.	4
		Константа равновесия реакций комплексообразования. Расчет коэффициентов побочных реакций.	2
2	Раздел 2	Построение кривых титрования. РГР	4

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Аналитическая химия*», а также дает навыки работы с основным лабораторным оборудованием и техники выполнения работ.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 36 баллов (максимально по 3 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 1	Идентификация индивидуальных катионов в растворе.	3
2		Идентификация 2-х индивидуальных сухих солей, образованных одним из изучаемых катионов и одним из изучаемых анионов.	3
3	Раздел 2	Количественный химический анализ на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Кислотно-основное титрование. Приготовление стандартных растворов HCl и Na ₂ B ₄ O ₇ ·10 H ₂ O.	3
4		Кислотно-основное титрование. Стандартизация раствора HCl по раствору первичного стандарта Na ₂ B ₄ O ₇ ·10 H ₂ O.	3
5		Кислотно-основное титрование. Определение содержания декагидратакарбоната натрия в образце.	3
6		Применение синтетических ионообменников для количественного определения солей различных металлов в растворах.	3
7		Количественный химический анализ на основе аналитических реакций комплексообразования. Приготовление стандартных растворов ЭДТА и ZnSO ₄ .	3
8		Комплексонометрическое титрование. Стандартизация раствора ЭДТА.	3
9		Комплексонометрическое титрование. Определение содержания солей различных металлов в растворе.	3
10		Определение жёсткости воды	3
11		Количественный химический анализ на основе аналитических реакций окисления-восстановления. Перманганатометрия. Приготовление стандартных растворов KMnO ₄ и (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ ·H ₂ O.	3
12		Перманганатометрия. Стандартизация раствора KMnO ₄ по раствору первичного стандарта (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ ·H ₂ O.	3
13		Перманганатометрия. Определение содержания сульфата железа(II) в растворе.	3
14		Иодометрия. Определение содержания сульфата меди(II) в растворе.	3
15	Раздел 3	Фотометрическое определение солей меди в растворах на основе аналитических реакций комплексообразования.	3
16		Потенциометрическое титрование веществ на основе кислотно-основного взаимодействия.	3

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 24 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 36 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Аналитическая химия*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 24 балла, по 8 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 1.1.

1. В растворе какого реагента следует растворить осадок $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ для определения в нем ионов Ca^{2+} ?
2. Какое условие нужно обеспечить, чтобы действием гидрата аммиака разделить смесь катионов никеля и алюминия?

Вопрос 1.2.

1. Какую формулу нужно использовать для расчета pH в растворе уксусной кислоты?

2. По какой формуле рассчитывают концентрацию ионов водорода в водном растворе гидрофосфата натрия?

Вопрос 1.3.

1. Какой из анионов – оксалат, фосфат или фторид при прочих равных условиях обеспечивает наибольшую полноту осаждения ионов бария?
2. Какой из катионов – Ba^{2+} , Ag^+ , Fe^{3+} - будет осажден наиболее полно при действии фосфата натрия на раствор его соли?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 2.1.

1. С каким индикатором можно оттитровать 0,1000 М раствор H_3PO_4 до NaH_2PO_4 ? Ответ подтвердите расчетом.
2. Какой индикатор следует использовать при определении содержания гидроксида натрия, если в растворе присутствует ацетат натрия? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций и расчетами.

Вопрос 2.2.

1. По какой формуле рассчитывают количество моль эквивалента иона аммония при его определении формальдегидным методом? Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих схему титрования.
2. Титруют смесь гидроксида натрия и карбоната натрия раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какие компоненты смеси при этом будут оттитровываться? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.

Вопрос 2.3.

1. Рассчитать титр раствора H_2SO_4 по NaOH ($T(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH})$), если $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000$ моль-экв/л. $M(\text{NaOH}) = 40$ г/моль.
2. Навеску NaOH 1,5238 г, загрязненную карбонатом (Na_2CO_3), растворили и разбавили дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. На титрование 10,00 мл полученного раствора с индикатором метиловым оранжевым потребовалось 22,53 мл раствора HCl с $T(\text{HCl}) = 0,003650$ г/мл. На титрование такого же объема раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 18,50 мл HCl . Рассчитать процентное содержание Na_2CO_3 в NaOH .

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – ___ баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 3.1.

1. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности. Чему равно значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 0,05 н. раствора I_2 0,05 н. раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, если $E_{\text{I}_2/\text{I}^-}^0 = 0,54 \text{ В}$, $aE_{\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}^0 = 0,09 \text{ В}$? Ответ подтвердите расчётом и запишите уравнения соответствующей химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования.
2. Напишите формулу для расчета реального окислительно-восстановительного потенциала от pH раствора. Чему равно значение реального окислительно-

восстановительного потенциала полуреакции восстановления пероксида водорода при рН 4? Ответ подтвердите расчетом.

Вопрос 3.2.

1. По какой формуле рассчитывают значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции, если окисленная форма участвует в побочной реакции комплексообразования. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций и полуреакций на конкретном примере.
2. Как вычисляют число молей эквивалента $K_2Cr_2O_7$ при определении иодометрическим методом? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций и полуреакций. Предложите физико-химический метод определения концентрации дихромата калия в растворе.

Вопрос 3.3.

1. Определение содержания железа(II) в растворе проводят методом потенциометрического титрования. Сколько железа содержит образец, если навеска этого образца массой 0,1700 г после растворения и восстановления железа до железа (II) оттитрована 8,40 мл раствора перманганата калия с $T(KMnO_4/Fe) = 0,006200$ г/мл?
2. Объясните принцип ионного обмена. Приведите уравнения химических реакций. Перечислите известные вам типы ионообменников.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Итоговый контроль проводится в виде итоговой контрольной работы. Максимальное количество баллов за итоговую контрольную работу – 40 баллов. Билет итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов: 1 вопрос – 9 баллов, вопрос 2 – 9 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 9 баллов, вопрос 5 – 3 балла.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

1. Основные положения протолитической теории.
2. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
3. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность).
4. Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции.
5. Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности.
6. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований.
7. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования).
8. Аналитические реакции комплексообразования. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений.
9. Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков.
10. Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал.
11. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.

12. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
13. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами.
14. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.
15. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена.
16. Изотерма ионного обмена.
17. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ.
18. Классификация физико-химических методов анализа.
19. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества.
20. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.
21. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки.
22. Общая характеристика спектральных методов анализа.
23. Общая характеристика электрохимических методов анализа.
24. Общая характеристика хроматографических методов.
25. Представление о фотометрических и потенциометрических методах анализа.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (экзамен).

Итоговый контроль проводится в 4 семестре в виде итоговой контрольной работы. Максимальное количество баллов за итоговую контрольную работу – 40 баллов. Билет итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов: 1 вопрос – 9 баллов, вопрос 2 – 9 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 9 баллов, вопрос 5 – 3 балла.

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ (Подпись) _____ (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра аналитической химии
	22.03.01
	Материаловедение и технологии материалов
	Аналитическая химия

1.	Рассчитать растворимость $Pb_3(PO_4)_2$ в воде и в 0,001 М растворе нитрата свинца. $K_S(Pb_3(PO_4)_2) = 7,9 \cdot 10^{-43}$.	9,0
2.	С целью определения содержания компонентов проводили титрование раствора, содержащего равное количество молей HCl и H_3PO_4 . В присутствии индикатора метилового оранжевого израсходовано 40,0 мл стандартного раствора $NaOH$. Какой объем $NaOH$ будет израсходован на дотитрование этого же раствора в присутствии индикатора фенолфталеина? Приведите уравнения протекающих реакций и расчеты.	9,0
3.	К раствору $AlCl_3$ в присутствии ацетатного буферного раствора прилито 25,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА, избыток которого оттитрован 12,50 мл 0,0500 М раствором сульфата цинка с индикатором ксиленоловым оранжевым. Рассчитайте содержание $AlCl_3$ в граммах. ($M(AlCl_3)=133,52$ г/моль; $M(ЭДТА)=372,24$ г/моль)	10,0
4.	Какой индикатор следует применить: дифениламин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 0,76$ В) или ферроин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 1,06$ В) при титровании раствора $FeSO_4$ раствором $K_2Cr_2O_7$ при $pH=0$? $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В; $E^0(Cr_2O_7^{2-}, 14H^+/2Cr^{3+})$; концентрации компонентов окислительно-восстановительных пар принять равными 1 моль/л.	9,0
5.	Каким образом, используя ионный обмен, можно провести определение CH_3COONa в растворе методом кислотно-основного титрования? Приведите уравнения соответствующих химических реакций и формулу для расчета содержания ацетата натрия в растворе.	3,0

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Учебник для вузов/ Под ред. О.М. Петрухина,- 2-ое изд., стереотипное, исправленное, -М.: ООО Путь, ООО ИД АЛЬЯНС, 2006. – 400 с. (базовый учебник)
2. Кузнецов В.В. Аналитические реакции для идентификации ионов элементов в растворах. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. -163 с.
3. Практикум по физико-химическим методам анализа. Учебное пособие./ Под ред. О.М. Петрухина, 2-ое изд., стереотипное, исправленное. - М.: ООО Путь: ООО ИД АЛЬЯНС, 2006. – 248 с. (базовый учебник)

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Крылова Е.В. Задания по аналитической химии. Часть II: Учебно – методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003, 2004. – 40 с., 44 с.
- 3.Кузнецов В.В., Ермоленко Ю.В., Семенова И.Н. Номенклатурные правила ИЮПАК в курсе аналитической химии. Химические методы анализа. Учебно-методическое пособие.- М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 72 с.
4. Окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование: практическое пособие по курсу аналитической химии./ Под. ред. В.В. Кузнецова. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 60 с.
5. Кузнецов В.В. Применение органических аналитических реагентов в анализе неорганических веществ. Учебн. пособие. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1972. – 145 с.
6. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Лаб. практикум. Под ред. Рогатинской С.Л., – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 96 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– видеозаписи лекций по аналитической химии доц. Семенов И.Н. и доц. Ермоленко Ю.В.

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Аналитическая химия*» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

Колбы мерные (емкость 50,0; 100,0 мл).

Колбы Эрленмейера (объем 100 , 250, 500, 750, 1000 мл).

Склянки для хранения растворов (объем 0,5; 1 л).

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Титратор потенциометрический автоматический АТП-02

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистиллятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрокристаллоскопии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru;

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

<http://analyt.chem.msu.ru/>

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Портал Аналитическая химия в России:

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
5	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
7	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
10	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13	Программа обработки	Контракт №	1 лицензия для активации на	бессрочная

	экспериментальных данных Chemdraw pro	143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	рабочих станциях	
14	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
17	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
18	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
19	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
20	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
21	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
22	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
23	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
24	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
25	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
26	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
27	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

28	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Single Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
22	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
34	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Идентификация ионов в растворе	<i>Знает:</i> процессы формирования аналитического сигнала, основные понятия, термины, приёмы качественного анализа <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности. <i>Владеет:</i> методологией качественного анализа, алгоритмами качественного анализа, системой выбора качественного анализа для той или иной практической задачи	Оценка за лабораторные работы Оценка за контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу
Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа	<i>Знает:</i> процессы формирования аналитического сигнала, основные понятия, термины, приёмы количественного анализа <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности. <i>Владеет:</i> методологией количественного анализа, алгоритмами количественного анализа, системой выбора количественного анализа для той или иной практической задачи	Оценка за лабораторные работы Оценка за контрольную работу Оценка за индивидуальные домашние задания Оценка за итоговую контрольную работу
Раздел 3. Введение в физико-химические методы анализа	<i>Знает:</i> процессы формирования аналитического сигнала в спектральных методах анализа; рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах этих методов; основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической	Оценка за лабораторную работу Оценка за итоговую контрольную работу

	деятельности. <i>Владеет:</i> методологией оптических методов анализа, используемых в современной аналитической практике оценкой возможностей метода анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа на основе ФХМА.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки - «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н. доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии
Белозёровой Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14» мая 2025 г., протокол №11.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана, к блоку (Б1.В.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют базовую подготовку по программе средней школы.

Цель дисциплины: приобретение студентами знаний в области наук о наноматериалах и нанотехнологии, наиболее ярких достижений в этой области, стимулирование интереса к будущей специальности.

Задачи дисциплины:

формирование у обучающихся знаний в области нанотехнологии и наноматериалов;

знакомство обучающихся с наиболее значимыми достижениями в области нанотехнологии и науки о наноматериалах;

стимулирование у обучающихся интереса к будущей специальности.

Дисциплина **«Введение в специальность»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Введение в специальность»** при подготовке бакалавров по направлению подготовки **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»** направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и	- основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопокрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества металлических, неметаллических и композиционных материалов и	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	ПК-1.1. Знает основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов ПК-1.3. Владеет методами поиска и анализа информации об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе.			модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6)

результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;			В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- наиболее известные типы наноматериалов и наноструктур, их строение и основные свойства;
- наиболее яркие достижения в области нанотехнологии и химической технологии наноматериалов;
- имеющиеся на сегодняшний день и возможные в будущем области применения различных видов наносистем и наноматериалов;

уметь:

- видеть возможности применения новых наноматериалов и наносистем в различных областях техники и медицины;
- ориентироваться в литературе, посвященной применению наноматериалов и нанотехнологии;

владеть:

- методами представления сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде устных докладов и презентаций.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Контактная работа – Аудиторные занятия:	1,33	48
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Самостоятельная работа (СР):	2,67	96
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		95,6
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Контактная работа – Аудиторные занятия:	1,33	36
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Самостоятельная работа (СР):	2,67	72
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,3
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		71,7
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Общие вопросы нанотехнологии и технологии наноматериалов	30	4	10	5	4	25
1.1	Введение. История развития науки о наноматериалах и нанотехнологии. Перспективы наноматериалов	6	1	2	1	1	5
1.2	Уникальные свойства наноматериалов. Размерный эффект. Наночастицы в окружающей среде	12	1	4	2	1	10
1.3	Методы визуализации и анализа наноматериалов	6	1	2	1	1	5
1.4	Организация научных исследований. Ведущие вузы и научные организации в области нанотехнологии и наноматериалов. Программы развития нанотехнологии и наноматериалов	6	1	2	1	1	5
2.	Раздел 2. Примеры наноматериалов и их роль в современном обществе	63	-	22	11	-	60
2.1	Углеродные наноматериалы - современное состояние и перспективы	6	-	2	1	-	10
2.2	Нанотехнологии и наноматериалы в электронике	6	-	2	1	-	5
2.3	Наноматериалы для создания лекарственных средств	11	-	4	2	-	10
2.4	Магнитные наноматериалы	6	-	2	1	-	5
2.5	Консолидированные наноматериалы	11	-	4	2	-	10
2.6	Современные композиционные материалы и нанокompозиты	6	-	2	1	-	5
2.7	Нанопокрyтия с уникальными свойствами	6	4	2	1	4	5

2.8	Нanomатериалы для решения экологических проблем	11		4	2		10
	ИТОГО	93		32	16		75
	Подготовка к зачету	15		-	-		21
	ИТОГО	108		32	16		96

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы нанотехнологии и технологии наноматериалов.

1.1. Введение. История развития науки о наноматериалах и нанотехнологии. Перспективы наноматериалов.

Масштаб нанообъектов. Определение нанотехнологии и наноматериалов. Особые свойства нанообъектов. Роль межфазных границ.

Наноматериалы в древности и Средневековье. Наноматериалы в новое время, Майкл Фарадей и золи золота. Наноматериалы и нанотехнологии в 20 веке. Р. Фейнман - принципиальная возможность создания нанообъектов путем сборки атом за атомом. Книга Э. Дрекслера. Разработка методов анализа и визуализации наночастиц. Ультрадисперсные порошки. Национальная нанотехнологическая инициатива США. Бурное развитие нанотехнологии в 21 веке.

1.2. Уникальные свойства наноматериалов. Размерный эффект. Наночастицы в окружающей среде.

Поверхностная энергия, поверхностное натяжение. Определение размерного эффекта.

Примеры влияния размера наночастиц на условия (температуру, давление) фазовых переходов, оптические свойства, механические свойства наноматериалов, реакционную способность, каталитические свойства, магнитные свойства, биологические свойства (токсичность). Защита от наночастиц.

Наночастицы в окружающей среде. Наночастицы в космосе, в гидросфере, литосфере и атмосфере. Природные наноматериалы. Биологические наноструктуры.

1.3. Методы визуализации и анализа наноматериалов.

Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая (растровая) электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Физические основы методов, устройство приборов, требования к образцам и условиям анализа, примеры изображений.

1.4. Организация и финансирование научных исследований. Ведущие вузы и научные организации в области нанотехнологии и наноматериалов. Программы развития нанотехнологии и наноматериалов.

Организация научных исследований в России. Примеры научных организаций и ведущих вузов. Научные базы данных и научные журналы. Финансирование научных исследований в России, грантовая система. Приоритетные направления развития науки, техники и технологий в РФ. Федеральная целевая программа, Российский фонд фундаментальных исследований, Российский научный фонд. Программы для молодых ученых и предпринимателей. Программы развития нанотехнологии и наноматериалов в России. Деятельность РОСНАНО.

Раздел 2. Примеры наноматериалов и их роль в современном обществе.

2.1. Углеродные наноматериалы - современное состояние и перспективы.

Графен, наноалмазы, фуллерены, углеродные нанотрубки. Открытие, структура, основные физические и химические свойства, методы получения. Существующие и перспективные области применения.

2.2. Нанотехнологии и наноматериалы в электронике.

Прогресс в микроэлектронике, закон Мура. Основные этапы технологии интегральных микросхем. Планарная технология формирования элементов микросхем, фотолитография. Характеристика технологического процесса как показатель прогресса в области микроэлектроники. Физические и экономические ограничения микроэлектроники. Наноэлектроника.

Полупроводниковые наноструктуры. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Методы получения квантовых точек. Современные и перспективные области применения квантовых точек.

2.3. Наноматериалы для создания лекарственных средств.

Перспективные направления применения наноматериалов в медицине: имплантируемые устройства, имплантируемые материалы, материалы и устройства для хирургии, диагностика и визуализация, фармацевтика.

Наночастицы и наноматериалы в фармацевтике. Наноструктуры для направленного транспорта лекарственных веществ: неорганические наночастицы, полимерные наноструктуры, липосомы. Строение липосом, достоинства липосомальных форм, получение липосом.

Применение наноматериалов для лечения - наночастицы золота для фотодинамической терапии, магнитные наночастицы для магнитно-жидкостной гипертермии, липосомные препараты и др.

2.4. Магнитные наноматериалы.

Основные свойства ферромагнетиков. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц. Магнитомягкие наноматериалы. Магнитные наноматериалы для записи информации. Магнитные жидкости. Получение магнитных наночастиц. Примеры применения магнитных и магнитореологических жидкостей в технике. Биомедицинское применение магнитных наночастиц. Магнитопласты.

2.5. Консолидированные наноматериалы.

Определение консолидированных наноматериалов. Роль межзеренных границ. Основные методы получения консолидированных наноматериалов.

Нанопорошки. Основные методы получения нанопорошков. Получение нанопорошков в плазме. Получение нанопорошков золь-гель методом. Масштабы и перспективы промышленного производства нанопорошков.

Методы компактирования нанопорошков - спекание под давлением, горячее изостатическое прессование. Порошковая металлургия. Применение материалов, полученных методами порошковой металлургии.

Керамика и нанокерамика. Получение нанокерамики. Основные виды нанокерамики. Сферы применения нанокерамики. Нанокерамика в медицине. Бронекерамика. Оптически прозрачная керамика.

Методы интенсивной пластической деформации (ИПД) для получения металлических наноматериалов. Кручение под высоким давлением. Равноканальное угловое прессование (РКУ-прессование). Всесторонняя ковка (прессование) с многократной сменой оси деформации. Особенности наноструктурных материалов, полученных методами ИПД.

Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния. Метод спиннингования для получения нанокристаллических металлических сплавов. Стекла с наночастицами металлов. Ситаллы или стеклокерамика, структура и основные свойства. Получение ситаллов. Примеры применения ситаллов.

2.6. Современные композиционные материалы и нанокompозиты

Определение и основные характеристики композиционных материалов. Компоненты композиционных материалов. Виды матриц и наполнителей. Перламутр - природный композит. Примеры композитов с разными наполнителями. Препреги.

Нанокompозиты. Углепластик с астраленами. Бетон с наночастицами различного состава. Полимерные композиты с наночастицами серебра. Нанокompозиты полимер/органоглина - структура и получение. Наночастицы как замедлители горения полимерных материалов.

2.7. Наноструктурированные покрытия с уникальными свойствами

Цели нанесения покрытий. Электрохимическое нанесение металлических покрытий, примеры гальванических покрытий. PVD-методы получения покрытий. Вакуумно-дуговое испарение (дуговое напыление). Магнетронное распыление. CVD-методы получения покрытий.

Износостойкие наноструктурированные покрытия режущего инструмента. Градиентные покрытия. Двухфазные наноструктурированные покрытия. Композиционные хром-алмазные износостойкие покрытия.

Наноструктурированные покрытия для придания новых функциональных свойств. Эффект лотоса и супергидрофобные нанопокрyтия. Энергосберегающее стекло. Терморегулирующие покрытия для космических аппаратов. Молниезащитные покрытия в авиации. Радиопоглощающие покрытия с наночастицами. Радиопоглощающие ткани с наноструктурами. Покрытия для бетона с наночастицами TiO_2 для самоочистки. Другие покрытия с наночастицами.

2.8. Наноматериалы для решения экологических проблем.

Основные глобальные экологические проблемы современности. Проблема загрязнения воды. Наноматериалы для очистки и опреснения воды фильтрационными методами. Мембраны как наноматериалы. Ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос.

Наноматериалы для сорбционной очистки загрязненных вод - углеродные нанотрубки, магнитные наночастицы, наноматериалы для сорбции радионуклидов. Проблема загрязнения воздуха. Наноматериалы для фотокаталитической очистки воздуха. Фотокаталитический фильтр.

Поиск новых источников энергии, развитие энергетики. Топливные элементы. Схемы водородного и метанольного топливного элемента. Наноматериалы в качестве мембран для топливных элементов. Наноматериалы как катализаторы для топливных элементов.

Солнечные батареи, принцип работы фотоэлемента. Материалы для солнечных батарей. Наноматериалы для фотовольтаики.

Перспективы нанотехнологии и наноматериалов в России. Потенциальные риски нанотехнологии. Оценка потенциальной опасности наноматериалов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы	
	1	2
Знать:		
наиболее известные типы наноматериалов и наноструктур, их строение и основные свойства;	-	+
наиболее яркие достижения в области нанотехнологии и химической технологии наноматериалов;	+	+
имеющиеся на сегодняшний день и возможные в будущем области применения различных видов наносистем и наноматериалов	+	+
Уметь:		
видеть возможности применения новых наноматериалов и наносистем в различных областях техники и медицины	-	+
ориентироваться в литературе, посвященной применению наноматериалов и нанотехнологии	+	+
Владеть:		
методами представления сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде устных докладов и презентаций	+	+
Код и наименование ПК		
ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	+	+
ПК-4 Способен прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме в объеме 16 акад. часов (0,44 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	История развития науки о наноматериалах и нанотехнологии. Перспективы наноматериалов.	1
2	Раздел 1	Уникальные свойства наноматериалов. Примеры размерного эффекта. Наночастицы в окружающей среде.	2
3	Раздел 1	Развитие методов визуализации и анализа наноматериалов	1
4	Раздел 1	Организация научных исследований. Ведущие вузы и научные организации в области нанотехнологии и наноматериалов. Программы	1

		развития нанотехнологии и наноматериалов.	
5	Раздел 2	Углеродные наноматериалы - современное состояние и перспективы.	1
6	Раздел 2	Нанотехнологии и наноматериалы в электронике.	1
7	Раздел 2	Наноматериалы для создания лекарственных средств.	2
8	Раздел 2	Магнитные наноматериалы и их применение.	1
9	Раздел 2	Консолидированные наноматериалы для техники и строительства.	2
10	Раздел 2	Современные композиционные материалы и нанокompозиты	1
11	Раздел 2	Наноструктурированные покрытия с уникальными свойствами	1
12	Раздел 2	Наноматериалы для энергетики и решения экологических проблем.	1
13	Раздел 2	Оценка потенциальной опасности наноматериалов	1

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Введение в специальность»* не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины *«Введение в специальность»* предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 60 акад. часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку докладов к практическим занятиям по предложенным темам (список тем приведен в разделе 8);
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Текущий контроль освоения материала проводится в форме контроля работы студента на практических занятиях – проведения контрольных работ в форме тестов и подготовки докладов по предложенным темам (предусмотрено 2 обязательных доклада). Максимальная оценка за один доклад составляет 5 баллов, всего за доклады предусмотрено 10 баллов.

Примерные темы для докладов на практических занятиях.

Раздел 1. Общие вопросы нанотехнологии и наноматериалов.

1. Майкл Фарадей: биография и научные достижения.
2. За что дали нобелевскую премию Жоресу Алферову?

3. Наномоторы и наномашины.
4. Получение наночастиц золота и серебра
5. Катализаторы с наночастицами в нефтепереработке
6. Наночастицы в природе
7. История создания сканирующего туннельного микроскопа
8. История создания просвечивающего электронного микроскопа
9. Фирма NT-MDT (Зеленоград, Россия), ее история, ее сегодняшняя деятельность, продукция, вакансии, условия работы
10. Научные исследования и разработки, которые изменили мир (электричество, атомная энергия, самолет, телевизор, телефон, полимеры, алюминий, титан и т.д.) – история открытия, исследования, финансовой поддержки, внедрения в практику
11. Национальная нанотехнологическая инициатива США – подробности
12. Крупные научные центры в области НАНО

Раздел 2. Примеры наноматериалов и их роль в современном обществе.

1. Получение графена и перспективы его применения
2. Перспективы применения фуллеренов
3. Перспективы применения углеродных нанотрубок
4. Закон Мура и его физические ограничения
5. Перспективы микроэлектроники, квантовый компьютер
6. Примеры методик коллоидного синтеза квантовых точек
7. Современные методы протезирования слуха, микро- и наноустройства
8. Современные методы протезирования конечностей, применение для этого наноматериалов
9. Применение наночастиц серебра в медицине
10. История открытия и исследования липосом
11. Фотодинамическая терапия, в том числе в лечении рака
12. Липосомы для лечения рака
13. История разработки магнитных жидкостей
14. Магнитные жидкости для космоса
15. Экзоскелет
16. Порошковая металлургия
17. Методы получения нанопорошков
18. Применение нитинола
19. Производство нанокерамики
20. Нанокерамика для медицины
21. Нанокерамика для брони (бронекерамика)
22. Прозрачная нанокерамика
23. Производство и применение ситаллов
24. Композиты в авиастроении
25. Спортивный инвентарь из композиционных материалов
26. Производство препрегов в России
27. Полимеры с НЧ серебра
28. Покрытия с наноалмазами
29. Энергосберегающие стекла
30. История разработки износостойких покрытий для режущих инструментов
31. История и перспективы «стелс»-технологий
32. Очистка воды от нефтепродуктов с помощью наноматериалов
33. Производство мембран для ультра- и нанофильтрации в России
34. Наноматериалы для очистки воздуха
35. Типы топливных элементов, их эффективность и области применения

36. Перспективы солнечной энергетики в России.
37. Экологическая опасность массового производства наноматериалов.
38. Проблема трансгуманизма и предполагаемая роль нанотехнологии и наноматериалов

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за первую контрольную работу составляет 15 баллов, за вторую контрольную работу – 35 баллов, всего за две контрольные работы – 50 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 15 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 25 вопросов, по 0,6 балла за вопрос.

Вопрос 1. Размер в несколько нанометров характерен для:

1) блох и других мелких паразитов; 2) болезнетворных бактерий; 3) биологических наноструктур, например двойной спирали ДНК; 4) атома водорода.

Вопрос 2. В состав рубинового стекла средневековые мастера вводили частицы

1) золота; 2) серебра; 3) меди; 4) свинца.

Вопрос 3. За что была присуждена Нобелевская премия Ж.И.Алферову?

1) за синтез наночастиц золота 2) за книгу «Машины создания», 3) за разработку полупроводниковых гетероструктур, 4) за создание туннельного микроскопа

Вопрос 4. Размерный эффект в технологии наноматериалов - это изменение:

1) свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры; 2) размера нанобъектов в зависимости от внешних условий; 3) свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий; 4) размера нанобъектов в зависимости от состава

Вопрос 5. Для зольей золота – с увеличением дисперсности зольей (т.е. с уменьшением размера частиц) цвет:

1) меняется от синего к красному; 2) меняется от зеленого к желтому; 3) меняется от черного к белому; 4) не меняется, т.к. не изменяется химический состав.

Вопрос 6. Токсичность наночастиц может быть обусловлена;

1) токсичностью самого вещества; 2) наноразмерами, в то время как само вещество химически инертно и в виде макрочастиц не токсично; 3) каталитическим действием наночастиц; 4) все перечисленное выше.

Вопрос 7. Изображение в растровом (сканирующем) электронном микроскопе формируется за счет

1) дифракции электронов, 2) дифракции рентгеновских лучей, 3) анализа вторичных электронов, 4) анализа прошедших сквозь образец электронов.

Вопрос 8. Кто является создателями зондовой микроскопии?

1) Новоселов и Гейм; 2) Жорес Алферов; 3) Рорер и Биннинг; 4) Ричард Фейнман

Вопрос 9. НИОКР расшифровывается как

1) Нанотехнологическая инициатива в России, 2) Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, 3) Национальные исследовательские оборонные конструкторские работы, 4) Научная и общественная коммерциализация результатов.

Вопрос 10. Цель деятельности Российского научного фонда (РНФ)?

1) финансовая поддержка фундаментальных исследований 2) организационная поддержка подготовки научных кадров 3) поддержка развития научных коллективов 4) правильный ответ включает всё вышеперечисленное

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 35 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 35 вопросов, по 1,0 баллу за вопрос.

Вопрос 1. Атомы С в составе графена имеют:

1) sp^3 -гибридизацию; 2) sp^2 -гибридизацию; 3) sp -гибридизацию; 4) промежуточную между sp^3 и sp^2

Вопрос 2. Детонационные наноалмазы получают:

1) каталитическим пиролизом углеводородов; 2) методом взрыва смеси гексогена и тринитротолуола; 3) сжиганием графитовых электродов в электрической дуге; 4) растворением сажи в бензоле

Вопрос 3. Закон Мура - эмпирическое наблюдение, изначально сделанное Гордоном Муром, согласно которому количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы:

1) удваивается каждые 6 месяцев; 2) удваивается каждые 24 месяца; 3) удваивается каждые 6 лет; 4) удваивается каждые 10 лет

Вопрос 4. Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещенной зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещенной зоной, и тем самым ограничивая движение электрона по одной координате, получают:

1) квантовую точку; 2) квантовую яму; 3) квантовый барьер; 4) квантовую нить

Вопрос 5. Наномедицина включает

1) диагностику и лечение заболеваний, 2) профилактику, диагностику и лечение заболеваний, 3) лечение и протезирование, 4) диагностику, лечение, протезирование и имплантирование различных устройств

Вопрос 6. Основу структуры липосом составляет:

1) липидный монослой; 2) липидный бислой; 3) тройной слой липидных молекул.

Вопрос 7. Из полимерных структур для транспорта лекарственных веществ чаще всего используют

1) полимерные волокна, 2) полимерные сферы, стержни и нити, 3) полимерные нити, 4) полимерные наночастицы, мицеллы и микрокапсулы.

Вопрос 8. Вставьте недостающий пункт. Метод магнитно-жидкостной гипертермии при лечении рака включает следующие стадии: 1 - введение магнитных наночастиц в опухоль, 2 - магнитная фиксация наночастиц в опухолевой ткани, 3-.... 4 - поддержание температуры в опухоли 45-47 °С, что приводит к разрушению раковых клеток.

1) нагрев с помощью ИК-излучения, 2) нагрев постоянным магнитом, 3) нагрев до 95-99 °С, 4) нагрев в переменном электромагнитном поле

Вопрос 9. Магнитные наночастицы можно использовать:

1) в качестве сорбентов для очистки сточных вод; 2) в медицине для адресной доставки лекарственных веществ; 3) для записи информации; 4) все перечисленное

Вопрос 10. Компактный материал на основе оксидов, карбидов, нитридов, боридов и других неорганических соединений, состоящий из кристаллитов (зерен) со средним размером до 100 нм, является:

1) нанокомпозитом; 2) нанокерамикой; 3) наноструктурированным металлическим сплавом; 4) магнитным наноматериалом

Вопрос 11. К методам компактирования ультрадисперсных порошков относится

1) спекание под давлением; 2) кручение под высоким давлением; 3) равноканальное угловое прессование; 4) всесторонняя ковка (прессование) с многократной сменой оси

Вопрос 12. Магнитомягкий нанокристаллический сплав (типа Файнмет) можно получить методом:

1) быстрой закалки расплава на поверхности вращающегося барабана и последующего нанокристаллизующего отжига; 2) закалки расплава в ледяной воде; 3) медленного охлаждения расплава на поверхности барабана

Вопрос 13. Износостойкие наноструктурированные покрытия для режущего инструмента:

1) применяются с конца 19 века; 2) применяются с конца 20 века; 3) есть отдельные опытные образцы, но массовой технологии нет; 4) это далекая перспектива

Вопрос 14. В состав радиопоглощающих покрытий могут входить:

1) наночастицы Fe, Ni, Co; 2) наночастицы ферритов (BaFe_2O_4 , Fe_3O_4 и т. д.); 3) углеродные нанотрубки и нановолокна; 4) все перечисленное

Вопрос 15. Наночистота – это мембранный метод очистки воды, предназначенный для отделения следующих загрязнений:

1) многозарядные ионы, органические молекулы, вирусы, 2) бактерии, коллоидные частицы, 3) частицы размером 0,1 – 1 мкм, 4) ионы Na^+ и Cl^-

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Зачет проводится в форме написания теста. Тестовое задание состоит из 40 вопросов с 4 вариантами ответов. Вопросы с вариантами ответов охватывают все темы практических занятий. Каждый из вопросов с вариантами ответов оценивается в 1 балл. Максимальная оценка зачета составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре и на зачете. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

1. Как называлась нобелевская лекция Р. Фейнмана?

1) «О возможности создания нанобъектов», 2) «О перспективах нанотехнологии», 3) «В нанотехнологии много места», 4) «Там внизу много места».

2. Проявлением размерного эффекта не является

1) каталитическая активность наночастиц золота в реакции окисления CO кислородом, 2) снижение температуры Кюри наночастиц никеля с уменьшением их размера, 3) снижение температуры плавления наночастиц золота с уменьшением их размера, 4) каталитическая активность платины в реакции окисления водорода.

3. Нанотоксикология – это 1) мера несовместимости вещества с жизнью, 2) изучение токсичности наноматериалов, 3) применение наночастиц в качестве боевых отравляющих веществ, 4) запрет на использование наночастиц в пищевых продуктах

4. Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:

1) дифракции рентгеновских лучей; 2) эффекте туннелирования электронов между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой; 3) просвечивании образца рентгеновскими лучами; 4) просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ.

5. Участником программы «УМНИК» может являться:

1) юридическое лицо любого вида; 2) юридическое лицо любого вида, за исключением казенного; 3) физическое лицо возрастом от 18 лет; 4) физическое лицо от 18 до 28 лет.

6. К перспективным направлениям наномедицины **не относятся**:

1) системы адресной доставки лекарств и наночипы для диагностики; 2) имплантируемые устройства и материалы; 3) высокотемпературные сверхпроводники и водородные источники энергии.

7. Векторный компонент на поверхности липосом служит для:

1) повышения устойчивости липосом; 2) повышения емкости липосом; 3) защиты содержимого липосом от действия ферментов; 4) адресной доставки содержимого липосом к клеткам-мишеням.

8. Фуллеренами называют класс молекул, состоящих из атомов С, образующих оболочки:

1) с 12-ю пятиугольными и 2-мя или более шестиугольными кольцами; 2) с 12-ю шестиугольными и 2-мя или более пятиугольными; 3) с 12-ю пятиугольными и 2-мя или более четырехугольными; 4) с 12-ю восьмиугольными и 2-мя или более шестиугольными

9. В настоящее время IBM и другие передовые производители интегральных микросхем используют технологический процесс с характерным размером:

1) 900 нм; 2) 130 нм; 3) 10 нм; 4) 0,5 нм

10. На рисунке изображена схема:

1) коллоидного синтеза квантовых точек;
2) получения квантовых точек методом литографии;
3) молекулярно-лучевой эпитаксии;
4) лазера на квантовых точках



11. Что такое магнитная жидкость?

1) расплавленный магнит; 2) устойчивая взвесь ферромагнитных наночастиц в жидкости; 3) жидкость, подвергнутая магнитной обработке; 4) жидкость, излучающая электромагнитное поле

12. К основным методам получения консолидированных наноматериалов **не относится**:

1) интенсивная пластическая деформация; 2) компактирование ультрадисперсных порошков; 3) контролируемая кристаллизация из аморфного состояния; 4) осаждение солей в водном растворе

13. Наночастицы и наноструктуры в составе нанокомпозита служат для:

1) придания коммерческой привлекательности; 2) повышения твердости; 3) придания магнитных свойств; 4) улучшения механических свойств или придания новых функциональных свойств

14. Постоянные магниты на основе термопластичного полимерного материала и магнитных порошков называются:

1) препреги; 2) термопласты; 3) наномагниты; 4) магнитопласты

15. Наночастицы диоксида титана вводят в состав цемента для:

1) повышения стоимости; 2) повышения электропроводности; 3) повышения водоотталкивающих свойств; 4) для эффекта самоочистки за счет фотокаталитических свойств TiO_2

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой НМНТ (Должность, название кафедры) М.Ю. Королева (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 202_г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» Профиль – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» Введение в специальность
Билет № 1 1. Как называлась нобелевская лекция Р. Фейнмана? 1) «О возможности создания нанообъектов», 2) «О перспективах нанотехнологии», 3) «В нанотехнологии много места», 4) «Там внизу много места». 40. Наночастицы диоксида титана вводят в состав цемента для: 1) повышения стоимости; 2) повышения электропроводности; 3) повышения водоотталкивающих свойств; 4) для эффекта самоочистки за счет фотокаталитических свойств TiO_2	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.

Б. Дополнительная литература

1. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.

2. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева – 2010. - 152 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Нанотехнологии и охрана здоровья», ISSN 2076-4804
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека www.sciencedirect.com.
2. База данных Роспатента www.fips.ru
3. Патентная база данных <http://ep.espacenet.com>
4. База данных научных статей <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации к лекционным занятиям, общее число слайдов – более 400;
- раздаточный материал по лекциям
- набор тем докладов на семинарах, общее число тем – более 60
- банк тестовых заданий для контрольных работ
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – не менее 80).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **«Материаловедение и технологии материалов»**);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об

утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебная дисциплина «Введение в специальность» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение учебного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

Теоретические основы материала разделов дисциплины излагаются на лекциях преподавателем. Практическое освоение учебного материала на семинарах проводится в

форме подготовки докладов по выбранным из списка темам. Делать доклады можно как в сопровождении компьютерных презентаций, так и без них. Продолжительность доклада – 5-10 мин.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за доклады и за контрольные работы. Предусмотрено 2 обязательных доклада. Максимальная оценка за один доклад составляет 5 баллов, всего за доклады предусмотрено 10 баллов. Максимальная оценка за первую контрольную работу составляет 20 баллов, за вторую контрольную работу – 30 баллов, всего за две контрольные работы – 50 баллов. Всего максимальная оценка работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре и на зачете. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Введение в специальность», является стимулирование у обучающихся интереса к будущей специальности, обоснование необходимости приобретения ими глубоких систематических естественно-научных и инженерных знаний, которые они будут получать в ходе дальнейшего обучения в РХТУ им. Д.И. Менделеева, а также формирование у обучающихся начальных знаний в области нанотехнологии и наноматериалов, необходимых для их дальнейшей работы в области химической технологии наноматериалов, в том числе при прохождении учебной и технологической практики в 4 и 6 семестрах и учебной научно-исследовательской работы.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении лекционных занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие материал, демонстрационные фильмы. Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах.

Для более полной и глубокой проработки материала дисциплины, в том числе на конкретных примерах, предусмотрено проведение практических занятий в форме докладов обучающихся по выбранным из списка темам. Подготовка докладов направлена на повышение интереса к изучаемой дисциплине, она стимулирует обучающихся к самостоятельной творческой работе по изучаемой тематике.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708372 изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Введение в специальность» проводятся в форме занятий лекционного типа, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам дисциплины; распечатки слайдов презентаций.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки, размещенные на сайте кафедры наноматериалов и нанотехнологии (<http://nano.muctr.ru> дата обращения 15.11.2019).

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office	Контракт № 28-35ЭА/2020 от	12 месяцев (ежегодное)	Лицензия на ПО, принимающее участие в	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	26.05.2020	продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах.	
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие вопросы нанотехнологии и технологии наноматериалов	Знает: - наиболее яркие достижения в области нанотехнологии и химической технологии наноматериалов; - имеющиеся на сегодняшний день и возможные в будущем области применения различных видов наносистем и наноматериалов; Умеет: - ориентироваться в литературе, посвященной применению наноматериалов и нанотехнологии; Владеет: - методами представления сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде устных докладов и презентаций;	Оценка за доклады. Оценка за первую контрольную работу Оценка на зачете.
Раздел 2. Примеры наноматериалов и их роль в современном обществе	Знает: - наиболее известные типы наноматериалов и наноструктур, их строение и основные свойства; - наиболее яркие достижения в области нанотехнологии и химической технологии наноматериалов; - имеющиеся на сегодняшний день и возможные в будущем области применения различных видов наносистем и наноматериалов Умеет: - видеть возможности применения новых наноматериалов и наносистем в различных областях техники и медицины; - ориентироваться в литературе, посвященной применению наноматериалов и нанотехнологии; Владеет: - методами представления сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде устных докладов и презентаций;	Оценка за доклады. Оценка за вторую контрольную работу Оценка на зачете.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Высшая математика»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г. Рудаковской,

доцентом кафедры высшей математики, к.п.н. И.В. Владыкиной,

доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В. Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ
им. Д.И. Менделеева «15» мая 2025 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырех семестров.

Дисциплина **«Высшая математика»** относится к базовой части блока дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ элементарной математики, изучаемой в школьном курсе.

Цель дисциплины - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

Задачи дисциплины - создание фундаментальной математической базы, а также развитие навыков математического мышления и использование их для решения практических задач.

Дисциплина **«Высшая математика»** преподается в 1-4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих **общефессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.1. Применяет знания основ математики, математический аппарат, методы математического анализа и моделирования при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

уметь:

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;

- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

владеть:

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы			Семестр							
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	540	4	144	4	144	4	144	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	8	288	2,67	96	1,78	64	1,78	64	1,78	64
Лекции	4	144	1,335	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	4	144	1,335	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	5	180	1,33	48	1,22	44	1,22	44	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	5	0,6	1,33	0,4	1,22	0	1,22	0	1,22	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		179,4		47,6		44		44		43,8
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+						
Вид контроля – Зачет									+	+
Вид контроля – Экзамен	2	72			1	36	1	36		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4		
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет	

Вид учебной работы			Семестр							
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	405	4	108	4	108	4	108	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	8	216	2,67	72	1,78	48	1,78	48	1,78	48
Лекции	4	108	1,335	36	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	4	108	1,335	36	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	5	135	1,33	36	1,22	33	1,22	33	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	5	0,45	1,33	0,3	1,22	0	1,22	0	1,22	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		134,55		35,7		33		33		32,85
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+						
Вид контроля – Зачет									+	+
Вид контроля – Экзамен	2	54			1	27	1	27		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6			1	0,3	1	0,3		
Подготовка к экзамену.		53,4				26,7		26,7		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практи- ческие занятия	Самостоя- тельная работа
1 СЕМЕСТР					
	Раздел 1. Элементы алгебры	30	10	10	10
1.1	Числовые множества, комплексные числа. Элементы векторной алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	15	4	6	5
1.2	Матрицы. Теорема Кронекера - Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы матрицы. Квадратичные формы.	15	6	4	5
	Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.	18	6	6	6
2.1	Элементарные функции. Предел функции в точке и на бесконечности.	6	2	2	2
2.2	Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах.	6	2	2	2
2.3	Непрерывность функции в точке и на промежутке.	6	2	2	2
	Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	48	16	16	16
3.1	Производная функции. Уравнения касательной и нормали.	12	4	4	4
3.2	Дифференциал функции. Производная сложной функции.	12	4	4	4
3.3	Основные теоремы дифференциального исчисления. Производные высших порядков.	12	4	4	4
3.4	Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функций и построение их графиков.	12	4	4	4
	Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	48	16	16	16
4.1	Первообразная функции. Неопределенный интеграл и его свойства.	16	6	4	6
4.2	Методы интегрирования.	16	4	8	4
4.3	Определенный интеграл, его геометрический смысл. Приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы.	16	6	4	6

	ИТОГО	144	48	48	48
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	144	48	48	48

2 СЕМЕСТР					
	Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Элементы теории поля	36	10	10	16
5.1	Функции двух и более переменных. Предел функции в точке. Частные производные. Дифференцируемость функции.	12	3	4	5
5.2	Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции, заданной неявно.	12	3	4	5
5.3	Производная по направлению. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных.	12	4	2	6
	Раздел 6. Дифференциальные уравнения первого порядка.	36	10	10	16
6.1	Дифференциальные уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения (ДУ) с разделяющимися переменными.	9	3	2	4
6.2	Однородные уравнения I-го порядка.	9	2	3	4
6.3	Линейные уравнения I-го порядка. Уравнения Бернулли.	9	2	3	4
6.4	Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.	9	3	2	4
	Раздел 7. Дифференциальные уравнения второго порядка.	30	10	10	10
7.1	Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ и ЛНДУ).	8	2	3	3
7.2	Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система ЛОДУ второго порядка.	7	3	2	2
7.3	ЛОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами. ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.	8	2	3	3
7.4	Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.	7	3	2	2

	Раздел 8. Системы дифференциальных уравнений.	6	2	2	2
8.1	Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера.	3	1	1	1
8.2	Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Создание математических моделей.	3	1	1	1
	ИТОГО	108	32	32	44
	Экзамен	36			
	ИТОГО	144	32	32	44

3 СЕМЕСТР					
	Раздел 9. Кратные интегралы	36	10	10	16
9.1	Двойной интеграл. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.	12	3	4	5
9.2	Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла.	12	3	4	5
9.3	Тройной интеграл. Вычисление тройного интеграла. Приложения тройного интеграла.	12	4	2	6
	Раздел 10. Криволинейные и поверхностные интегралы.	36	10	10	16
10.1	Криволинейный интеграл по координатам. Приложения криволинейного интеграла.	12	3	4	5
10.2	Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру.	12	3	4	5
10.3	Поверхностный интеграл. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.	12	4	2	6
	Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	36	12	12	12
11.1	Числовые ряды. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд, признак Лейбница.	9	2	4	3
11.2	Функциональные ряды. Степенные ряды, теорема Абеля. Свойства степенных рядов.	9	2	4	3

11.3	Ряды Тейлора и Маклорена. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена.	9	4	2	3
11.4	Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов.	9	4	2	3
	ИТОГО	108	32	32	44
	Экзамен	36			
	ИТОГО	144	32	32	44

	4 СЕМЕСТР				
	Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.	54	16	16	22
12.1.	Случайные события. Виды случайных событий. Алгебра событий. Классическое определение вероятности.	12	3	4	5
12.2	Теоремы сложения и умножения вероятностей. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формула Байеса.	12	4	3	5
12.3	Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.	10	3	3	4
12.4	Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Биномиальное распределение.	10	3	3	4
12.5	Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и функция распределения случайной величины. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры.	10	3	3	4
	Раздел 13. Математическая статистика.	54	16	16	22
13.1	Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности. Интервальный статистический ряд. Полигон частот.	13	4	4	5
13.2	Точечные и интервальные статистические оценки параметров распределения случайной величины.	14	4	4	6
13.3	Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень	13	4	4	5

	значимости. Выбор критерия для проверки гипотезы.				
13.4	Элементы теории корреляции. Коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционный момент k_{xy} - их оценки по выборочным данным. Уравнения линейной регрессии.	14	4	4	6
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2. Содержание разделов дисциплины

1 СЕМЕСТР

Раздел 1. Элементы алгебры.

- 1.1. Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.
- 1.2. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.

- 2.1. Функция. Способы задания функции. Элементарные функции. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности.
- 2.2. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимосвязь. Основные теоремы о пределах. Первый и второй замечательные пределы.
- 2.3. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Свойства функций, непрерывных на отрезках. Точки разрыва функции и их классификация.

Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.

- 3.1. Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали. Правила дифференцирования. Таблица основных производных.
- 3.2. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи непрерывности и дифференцируемости функции и с существованием производной. Дифференциал функции: определение, свойства. Производная сложной функции.
- 3.3. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков.
- 3.4. Монотонность функции: определение, необходимые и достаточные условия. Экстремум функции: определение, необходимые и достаточные условия. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции: определения, необходимые и достаточные условия их существования. Общая схема исследования функций, построение их графиков.

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.

- 4.1. Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов.
- 4.2. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подстановки, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций.
- 4.3. Определенный интеграл, его геометрический смысл, его свойства. Теорема о среднем значении. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел

вращения с помощью определенного интеграла. Несобственные интегралы: определения, свойства, методы вычисления.

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

- 5.1. Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная.
- 5.2. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала.
- 5.3. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения, необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

Раздел 6. Дифференциальные уравнения первого порядка.

- 6.1. Дифференциальные уравнения: определение, порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.
- 6.2. Однородные уравнения первого порядка: определение и метод решения.
- 6.3. Линейные уравнения первого порядка: определение и метод решения. Уравнения Бернулли: определение и метод решения.
- 6.4. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах: определение и метод решения. Интегрирующий множитель: определение, сведение к уравнению в полных дифференциалах с помощью интегрирующего множителя.

Раздел 7. Дифференциальные уравнения второго порядка.

- 7.1. Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка: определение, однородные и неоднородные линейные уравнения. Свойства решений.
- 7.2. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Теоремы о структуре общих решений линейных однородных и линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка.
- 7.3. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод Эйлера для решения этих уравнений. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод подбора частного решения этого уравнения с правой частью специального вида и метод вариации произвольных постоянных.
- 7.4. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения. Алгоритм построения общего решения линейного дифференциального уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами.

Раздел 8. Системы дифференциальных уравнений.

- 8.1 Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера.
- 8.2. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Создание математических моделей.

3 СЕМЕСТР

Раздел 9. Кратные интегралы.

- 9.1. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Теорема о среднем значении двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.
- 9.2. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла: вычисление площади плоской области, объема цилиндрического тела, площади поверхности, массы пластинки с заданной плотностью, координат центра тяжести пластинки.
- 9.3. Тройной интеграл: определение, физический и геометрический смысл, свойства, теорема о среднем значении тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат, в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла: вычисление объема, массы тела с заданной плотностью, координат центра тяжести тела.

Раздел 10. Криволинейные и поверхностные интегралы.

- 10.1. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, свойства. Вычисление криволинейного интеграла. Формула для вычисления работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.
- 10.2. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования: необходимое и достаточное условие независимости, критерий независимости. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.
- 10.3. Поверхностный интеграл: определение, физический смысл, вычисление в декартовой системе координат. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

- 11.1. Числовые ряды: основные понятия, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Свойства сходящихся рядов. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: интегральный признак Коши; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; радикальный признак Коши. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд: определение, признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов.
- 11.2. Функциональные ряды. Степенные ряды: определение, теорема Абеля, интервал сходимости, радиус сходимости. Свойства степенных рядов.
- 11.3. Ряды Тейлора и Маклорена: определение, условия сходимости ряда Тейлора к исходной функции. Лемма $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x^n}{n!} = 0$ для $\forall x \in R$. Достаточные условия сходимости ряда Тейлора. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена. Основные разложения функций: e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^n$, $\arctg x$, $\arcsin x$ в ряд Маклорена.
- 11.4. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов: приближенные вычисления, приближенное решение дифференциальных уравнений.

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.

- 12.1. Случайные, достоверные и невозможные события. Виды случайных событий: совместные и несовместные, противоположные события. Алгебра событий: сумма, произведение событий. Элементарные события (исходы). Классическое определение вероятности. Свойства вероятности случайного события.
- 12.2. Теоремы вероятностей: сложение вероятностей совместных и несовместных событий; произведения вероятностей зависимых и независимых событий. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формулы Байеса.
- 12.3. Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.
- 12.4. Случайная величина: определение виды случайных величин. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднеквадратическое отклонение, и их свойства. Биномиальное распределение, закон Пуассона для дискретной случайной величины.
- 12.5. Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и ее свойства, функция распределения этой случайной величины и ее свойства. Связь между этими функциями. Вероятность попадания непрерывной случайной величины на некоторый промежуток. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры и формулы.

Раздел 13. Математическая статистика.

- 13.1. Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности (выборки). Интервальный статистический ряд выборки (при больших объемах выборки). Полигон частот статистического распределения выборки.
- 13.2. Точечные статистические оценки параметров распределения исследуемой случайной величины: среднее арифметическое статистических значений, выборочная дисперсия, исправленная выборочная дисперсия. Основные требования, предъявляемые к точечным оценкам. Интервальные оценки параметров распределения исследуемой случайной величины (в предположении, что она имеет нормальное распределение случайной величины) интервал математического ожидания при известной дисперсии и неизвестной, доверительный интервал для среднеквадратического отклонения.
- 13.3. Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень значимости. Выбор критерия для проверки основной гипотезы. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии двух генеральных совокупностей по двум выборкам из них. Проверка гипотезы о равенстве двух средних (при известной и неизвестной дисперсии). Проверка гипотезы о нормальном распределении (критерий Пирсона).
- 13.4. Элементы теории корреляции. (X, Y) - система двух случайных величин (двумерная случайная величина). Зависимость между составляющими X и Y – основная задача корреляции. Коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционный момент k_{xy} - их оценки по выборочным данным. Проверка гипотезы о существовании корреляционной зависимости между X и Y . Уравнения линейной регрессии Y на X и X на Y в случае наличия корреляционной зависимости.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

[illegible]

естественнонаучные и общеинженерные знания	решении задач профессиональной деятельности													

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1 семестр			
1.	1.1	Практическое занятие 1 Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков.	2
2	1.1	Практическое занятие 2 Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.	2
3	1.1	Практическое занятие 3 Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.	2
4	1.2	Практическое занятие 4 Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли.	2
5	1.2	Практическое занятие 5 Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.	2
6	2.1 2.2	Практическое занятие 6 Функция: область определения, чётность, нечётность, точки пересечения с осями координат. Элементарные функции, их свойства и графики. Вычисления пределов функций с помощью алгебраических преобразований.	2
7	2.3	Практическое занятие 7 Вычисление пределов с помощью первого и второго замечательных пределов.	2
8		Контрольная работа № 1	2
9	3.1	Практическое занятие 8 Производная: определение, геометрический смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных элементарных функций.	2
10	3.2	Практическое занятие 9 Производная сложённой функции.	2
11	3.2	Практическое занятие 10 Производная высшего порядка. Дифференциал функции.	
12	3.3	Практическое занятие 11 Вычисления пределов с помощью правила Лопиталя.	2
13	3.4	Практическое занятие 12 Нахождения асимптот функции. Исследование функции на монотонность и экстремумы.	2
14	3.4	Практическое занятие 13 Исследование функции на выпуклость, вогнутость, точки перегиба.	
15	3.4	Практическое занятие 14 Полное исследование функции и построение её графика.	2
16		Контрольная работа № 2	2
17	4.1	Практическое занятие 15	2

		Таблица основных интегралов. Непосредственное (табличное) интегрирование.	
18	4.1	Практическое занятие 16 Интегрирование методом подведения под знак дифференциала и методом разложения.	2
19	4.2	Практическое занятие 17 Интегрирование заменой. Интегрирование по частям.	2
20	4.2	Практическое занятие 18 Интегрирование рациональных дробей.	2
21	4.2	Практическое занятие 19. Интегрирование некоторых иррациональностей. Интегрирование тригонометрических функций.	2
22	4.3	Практическое занятие 20 Определенный интеграл.	2
23	4.3	Практическое занятие 21 Несобственные интегралы.	2
24		Контрольная работа № 3	2
ИТОГ	48 часов		

2 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	5.1	Практическое занятие 1. Частные производные функции 2-х и 3-х переменных. Полный дифференциал функции 2-х переменных.	2
2.	5.1	Практическое занятие 2. Производные сложной функции. Полная производная. Дифференцирование функции, заданной неявно.	2
3.	5.2	Практическое занятие 3. Частные производные и дифференциалы высших порядков.	2
4.	5.2	Практическое занятие 4. Производная по направлению и градиент.	2
5.	5.3	Практическое занятие 5. Экстремум функции 2-х переменных. Условный экстремум.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	6.1	Практическое занятие 6. Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными.	2
8.	6.2	Практическое занятие 7. Решение однородных дифференциальных уравнений I-го порядка.	2
9.	6.3	Практическое занятие 8. Решение линейных дифференциальных уравнений Бернулли.	2
10.	6.4	Практическое занятие 9. Уравнения в полных дифференциалах и допускающих интегрирующий множитель вида $\mu(x)$ и $\mu(y)$.	2
11.		Контрольная работа № 2	2

12.	7.1 7.2	Практическое занятие 10. Решение дифференциальных уравнений II -го порядка, допускающих понижение порядка.	2
13.	7.3	Практическое занятие 11. Решение ЛОДУ II -го порядка с постоянными коэффициентами по методу Эйлера. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $P_n(x) \cdot e^{ax}$.	2
14.	7.4	Практическое занятие 12. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $e^{ax} \cdot (A \cos bx + B \sin bx)$.	2
15	8.1 8.2	Практическое занятие 13. Решение систем линейных дифференциальных уравнений I-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод исключения. Метод Эйлера для однородных линейных систем, далее для неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных.	2
16		Контрольная работа № 3	2
ИТОГ	32 часа		

3 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.		Практическое занятие 1. Повторение интегрального исчисления функции одной переменной	2
2.	9.1	Практическое занятие 2. Двойной интеграл: переход к повторному интегралу.	2
3.	9.1	Практическое занятие 3. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат. Изменение порядка интегрирования в двойном интеграле.	2
4.	9.2	Практическое занятие 4. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.	2
5.	9.3	Практическое занятие 5. Практическое приложение двойного интеграла.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	10.1	Практическое занятие 6. Криволинейные интегралы. Вычисление криволинейного интеграла по дуге и по координатам.	2
8.	10.2	Практическое занятие 7. Вычисление криволинейного интеграла по замкнутому контуру с помощью формулы Грина.	2
9.	10.3	Практическое занятие 8. Вычисление криволинейного интеграла, независимого от пути интегрирования с помощью выбора оптимального пути интегрирования и потенциальной функции.	2
10.	10.3	Практическое занятие 9.	2

		Практическое приложение криволинейного интеграла. Вычисление работы по перемещению материальной точки в силовом поле.	
11.		Контрольная работа № 2	2
12.	11.1	Практическое занятие 10. Числовые ряды: основные понятия, общий член, частичная сумма, понятие сходимости ряда. Необходимый признак сходимости. Интегральный признак Коши.	2
13.	11.2	Практическое занятие 11. Исследование сходимости по признакам сравнения рядов и признаку Даламбера.	2
14.	11.3	Практическое занятие 12. Исследование сходимости знакочередующихся рядов по признаку Лейбница. Абсолютная и условная сходимость рядов.	2
15.	11.4	Практическое занятие 13. Степенной ряд, нахождение его области сходимости.	2
16.		Контрольная работа № 3	2
ИТОГ	32 часа		

4 семестр			
№ п/п	№ Раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	12.1	Практическое занятие 1. Решение задач по комбинаторике.	2
2.	12.1	Практическое занятие 2. Действия над событиями. Классическое определение вероятности события, вычисление вероятности случайного события.	2
3.	12.2	Практическое занятие 3. Вычисление вероятностей случайных событий с помощью теорем вероятностей: суммы и произведения событий, противоположных событий.	2
4.	12.2	Практическое занятие 4. Теорема полной вероятности. Формула Байеса.	2
5.	12.3	Практическое занятие 5. Повторные события. Формула Бернулли. Локальная и интегральная формула Лапласа. Формула Пуассона.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	12.4	Практическое занятие 6. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Биномиальный закон распределения д.с.в. Закон Пуассона.	2
8.	12.5	Практическое занятие 7. Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Равномерный закон распределения н.с.в.	2

9.	12.5	Практическое занятие 8. Нормальный закон распределения н.с.в.: нахождение функции $F(x)$ по данной $f(x)$ и наоборот, числовые характеристики, вероятность попадания с.в. в заданный промежуток.	2
10.		Контрольная работа № 2	2
11	13.1	Практическое занятие 9. Начальная обработка статистических данных: статистический (вариационный) ряд, эмпирическая функция распределения частот, полигон частот. Интервальный статистический ряд, гистограмма частот.	2
12.	13.2	Практическое занятие 10. Точечные оценки параметров распределения генеральной совокупности, формулы для этих оценок. Метод условных вариантов для упрощения расчета оценок.	2
13.	13.2	Практическое занятие 11. Построения доверительных интервалов для истинного математического ожидания, при известной и неизвестной дисперсии генеральной совокупности и для среднего квадратического отклонения.	2
14	13.3	Практическое занятие 12. Проверка статистических гипотез: а) равенства дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей, б) равенства математических ожиданий двух нормальных генеральных совокупностей с известной и неизвестной дисперсией, в) равенства математического ожидания нормальной генеральной совокупности некоторому заданному числу.	2
15	13.4	Практическое занятие 13. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности: критерий согласия Пирсона (с расчетом теоретических частот нормального распределения).	2
16		Контрольная работа № 3	2
Итого	32 часа		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 семестр), *экзамена* (2, 3 семестры) и *зачета* (4 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая

при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **3** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **4** семестре (максимальная оценка за первую и вторую контрольные работы по **30** баллов и за третью контрольную работу **40** баллов). Максимальная оценка текущей работы в **1, 2 и 3** семестрах составляет **60** баллов и в **4** семестре **100** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов завершается контролем его освоения в форме зачета с оценкой в **1** семестре (максимальная оценка **40** баллов), экзаменов во **2** семестре (максимальная оценка **40** баллов) и в **3** семестре (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 12 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-9 (1-3 семестр) составляет 20 баллов за каждую работу, за контрольные работы 10-11 (4 семестр) составляет 30 баллов за каждую работу и за контрольную работу 12 (4 семестр) составляет 40 баллов.

1 СЕМЕСТР

Раздел 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

- Точки $A(3; 3; -1)$, $B(1; 5; -2)$ и $C(4; 1; 1)$ – вершины треугольника ABC . Найти площадь треугольника с помощью векторного произведения.
- Для смеси из n невзаимодействующих веществ оптическая плотность $D = D(\lambda)$ раствора равна сумме оптических плотностей веществ, входящих в данную смесь, и зависит от выбора длины волны λ . Это можно записать в виде $D(\lambda_i) = l \sum_{j=1}^n \varepsilon_j(\lambda_i) c_j$, где λ_i – фиксированное i -е значение длины волны, $i = 1, \dots, n$, $l = 1$ см. Имеется смесь n -ксилола, m -ксилола и этилбензола, для которых известны значения молярных коэффициентов поглощения на соответствующих длинах волн λ_1 , λ_2 и λ_3 . Таблица.

λ	Молярный коэффициент поглощения на длине волны λ , л/(моль·см)· 10^{-2}			Оптическая плотность, 10^{-2}
	n -ксилола	m -ксилола	этилбензол	
λ_1	137	5,4	4,9	7,52
λ_2	3,2	121	8,7	8,03
λ_3	3,7	6,8	38	3,25

Найдите концентрации компонентов смеси *n*-ксилола, *m*-ксилола и этилбензола (соответственно c_1 , c_2 и c_3) с точностью до сотых.

Вычислить пределы:

$$3. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - 5x + 3}{\sqrt{x+8} - 3}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{1 - \cos 8x}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+5}{x+2} \right)^{3x}$$

Вариант 2.

1. Даны вершины тетраэдра $ABCD$: $A(2; -1; 2)$, $B(1; 2; -1)$, $C(3; 2; 1)$, $D(-4; 2; 5)$. Найти объем тетраэдра и высоту, опущенную из вершины D .

2. Для смеси из n невзаимодействующих веществ оптическая плотность $D = D(\lambda)$ раствора равна сумме оптических плотностей веществ, входящих в данную смесь, и зависит от выбора длины волны λ . Это можно записать в виде $D(\lambda_i) = l \sum_{j=1}^n \varepsilon_j(\lambda_i) c_j$, где λ_i – фиксированное i -е значение длины волны, $i = 1, \dots, n$. $l = 1$ см. Имеется смесь *n*-ксилола, *m*-ксилола и этилбензола, для которых известны значения молярных коэффициентов поглощения на соответствующих длинах волн λ_1 , λ_2 и λ_3 . Таблица

λ	Молярный коэффициент поглощения на длине волны λ , л/(моль·см)· 10^{-2}			Оптическая плотность, 10^{-2}
	<i>n</i> -ксилола	<i>m</i> -ксилола	этилбензол	
λ_1	137	5,4	4,9	7,57
λ_2	3,4	6,8	35	3,38
λ_3	3,4	3,5	29,3	2,72

Найдите концентрации компонентов смеси *n*-ксилола, *m*-ксилола и этилбензола (соответственно c_1 , c_2 и c_3) с точностью до сотых.

Вычислить пределы:

$$3. \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{6n^2 + 5n + 4}{3n^2 - 5n + 1}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{11-x} - \sqrt{7+x}}{3x^2 - 4x - 4}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+1}{x} \right)^{2-5x}$$

Вариант 3.

1. Даны векторы $\vec{a} = (-5; 8; 10)$, $\vec{b} = (-1; 6; 4)$; $\vec{c} = (-3; 4; -12)$. Найти проекцию вектора $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$ на вектор $\vec{c}$.

2. Для смеси из n невзаимодействующих веществ оптическая плотность $D = D(\lambda)$ раствора равна сумме оптических плотностей веществ, входящих в данную смесь, и зависит от выбора длины волны λ . Это можно записать в виде $D(\lambda_i) = l \sum_{j=1}^n \varepsilon_j(\lambda_i) c_j$, где λ_i – фиксированное i -е значение длины волны, $i = 1, \dots, n$. $l = 1$ см. Имеется смесь *n*-ксилола, *m*-ксилола и этилбензола, для которых известны значения молярных коэффициентов поглощения на соответствующих длинах волн λ_1 , λ_2 и λ_3 . Таблица

λ	Молярный коэффициент поглощения на длине волны λ , л/(моль·см)· 10^{-2}			Оптическая плотность, 10^{-2}
	<i>n</i> -ксилола	<i>m</i> -ксилола	этилбензол	
λ_1	137	5,4	4,9	7,52
λ_2	3,4	6,8	35	2,75
λ_3	2,6	115	8,2	8,67

Найдите концентрации компонентов смеси *n*-ксилола, *m*-ксилола и этилбензола (соответственно c_1 , c_2 и c_3) с точностью до сотых.

Вычислить пределы:

$$3. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{5x^2}{1 - \cos 3x}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 3x - 9}{\sqrt{x^2 + 16} - 5}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3x)^{\frac{8}{x}}$$

Вариант 4.

1. Дан $\triangle ABC$: $A(28; 2)$; $B(4; -5)$; $C(0; -2)$. Составить уравнения AC , медианы из A и найти угол между ними.

2. Для смеси из n невзаимодействующих веществ оптическая плотность $D = D(\lambda)$ раствора равна сумме оптических плотностей веществ, входящих в данную смесь, и зависит от выбора длины волны λ . Это можно записать в виде $D(\lambda_i) = l \sum_{j=1}^n \varepsilon_j(\lambda_i) c_j$, где λ_i – фиксированное i -е значение длины волны, $i = 1, \dots, n$. $l = 1$ см. Имеется смесь n -ксилола, m -ксилола и этилбензола, для которых известны значения молярных коэффициентов поглощения на соответствующих длинах волн λ_1, λ_2 и λ_3 . Таблица

λ	Молярный коэффициент поглощения на длине волны λ , л/(моль·см)· 10^{-2}			Оптическая плотность, 10^{-2}
	n -ксилола	m -ксилола	этилбензол	
λ_1	3,2	121	8,7	9,33
λ_2	3,4	6,8	35	3,45
λ_3	150,2	5,1	4,1	8,2

Найдите концентрации компонентов смеси n -ксилола, m -ксилола и этилбензола (соответственно c_1, c_2 и c_3) с точностью до сотых.

Вычислить пределы:

$$3. \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^3 - 2n + 7}{3n^3 + n^2 - 1}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 7x - 4}{\sqrt{9 - 2x} - \sqrt{5 - x}}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^3 2x}{5x^3}$$

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

$$1. \text{Найти } f'(x): f(x) = \ln \frac{x^2 + 1}{3x} - \arctg \sqrt{1 - x} + x \cdot 3^{\sin^2 x}$$

$$2. \text{Найти } y'(0), y''(0) \text{ для } y = (2x^3 + 1) \cdot \cos x$$

$$3. y = \frac{\sqrt{x} + \operatorname{arccctg} x}{\cos x}; dy - ?$$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталя:

$$a. \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\ln(x^2 - 3)}{x^2 - 3x + 2}$$

$$6. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{8^{3x} - 7^x}{\arcsin 3x - 5x^2}$$

5. Построить для азота N_2 график изотермы $p(V)$ Ван-дер-Ваальса, соответствующей критической температуре. Функция $p(V)$ определяется уравнением $p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$, где p — давление, $T = \text{const}$ — температура, V — объём, R — универсальная газовая постоянная. Значения постоянных Ван-дер-Ваальса для N_2 : $a = 0,137 \text{ Па} \cdot \text{м}^6 \cdot \text{моль}^{-2}$, $b = 38,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$.

Вариант 2

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \operatorname{tg} 2x \cdot \ln \frac{1}{x} + \frac{\arcsin \sqrt{x}}{x} + 3x^2$

2. Найти $y'(1)$, $y''(1)$ для $y = \frac{\ln x}{x^3}$

3. Тело движется по закону: $x(t) = \frac{2t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 3t$ вдоль оси Ox . Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

а. $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\cos 3x - \cos x}{\operatorname{tg}^2 2x}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{7^{2x} - 5^{3x}}{2x - \operatorname{arctg} 3x}$

5. Вероятность того, что молекула газа массой m при температуре T имеет скорость v , определяется распределением Максвелла–Больцмана $f(v) = 4\pi \cdot \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$, где k — постоянная Больцмана. Найдите наиболее вероятную скорость молекул хлора Cl_2 , т.е. скорость, для которой $f(v)$ является максимальной, при температуре $t = 227^\circ \text{C}$. Молярная масса хлора $\mu = 71 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Вариант 3

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \log_2 \frac{\cos x}{x} - 3^{\arcsin \frac{1}{x}} + x \cdot \sin(2x - 3)$

2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = (4x + 3) \cdot e^{-x}$

3. $y = \frac{\frac{3}{\sqrt{2x}} - 3 \operatorname{arctg} 4x}{\ln(3x + 2)}$; $dy = ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

а. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{arctg}(x^2 - 2x)}{\sin(3\pi x)}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 10x}{e^{x^2} - 1}$

5. Построить для аммиака NH_3 график изотермы Ван-дер-Ваальса $p(V)$, соответствующей критической температуре. Функция $p(V)$ определяется уравнением $p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$, где p — давление, $T = \text{const}$ — температура, V — объём, R — универсальная газовая постоянная. Значения постоянных Ван-дер-Ваальса для NH_3 : $a = 0,4225 \text{ Па} \cdot \text{м}^6 \cdot \text{моль}^{-2}$, $b = 37,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$.

Вариант 4

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = x \cdot \ln\left(\operatorname{tg} \frac{x}{2}\right) - 3^{\cos \frac{\pi x}{2}} + \sqrt{\frac{x-1}{x+1}}$

2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = e^x \cdot \sin 2x$

3. Точка движется по прямой по закону: $S(t) = 5t^2 - 10t + 1$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t = 2$.

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2^{\sin \pi x} - 1}{\ln(x^3 - 6x - 8)}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4^x - 2^{7x}}{\operatorname{tg} 3x - x}$

5. Вероятность того, что молекула газа массой m при температуре T имеет скорость v , определяется распределением Максвелла–Больцмана $f(v) = 4\pi \cdot \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$, где k — постоянная Больцмана. Найдите наиболее вероятную скорость молекул азота N_2 , т.е. скорость, для которой $f(v)$ является максимальной, при температуре $t = 100^\circ \text{C}$. Молярная масса азота $\mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = (2x + 1)e^{\frac{-x^2}{3}}$.

2. В обратимом процессе при постоянном объеме изменение энтропии при переходе из состояния 1 в состояние 2 определяется по уравнению: $\Delta S = n \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_v dT}{T}$. Вычислите изменение энтропии при нагревании 5 моль O_2 от 288 К до 323 К, считая кислород идеальным газом ($C_v(O_2) = \frac{5}{2} R$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$)

Вычислить интегралы:

3. $\int \cos^3 3x \cdot \sin^7 3x dx$

4. $\int \frac{3x^2 + x - 6}{x^3 + 2x^2} dx$

5. $\int_{-1}^7 \frac{5 - 2x}{\sqrt{x + 2}} dx$

Вариант 2.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = \frac{x^2 - 6x + 13}{x - 3}$.

2. В обратимом процессе при постоянном объеме изменение энтропии при переходе из состояния 1 в состояние 2 определяется по уравнению: $\Delta S = n \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_v dT}{T}$. Вычислите изменение энтропии при нагревании 6 моль H_2 от 252 К до 290 К, считая водород идеальным газом ($C_v(H_2) = \frac{5}{2} R$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$).

Вычислить интегралы:

3. $\int \cos^3 \frac{x}{2} \cdot \sin^6 \frac{x}{2} dx$

4. $\int \frac{x^2 - 3x - 7}{(x - 2)(x^2 + 5)} dx$

5. $\int_{-1}^2 \frac{2x + 1}{\sqrt{x + 2}} dx$

Вариант 3.

1. Найти промежутки выпуклости, вогнутости и точки перегиба графика функции $y = \frac{x}{x^2 + 1}$.

2. В обратимом процессе при постоянном объеме изменение энтропии при переходе из состояния 1 в состояние 2 определяется по уравнению: $\Delta S = n \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_v dT}{T}$. Вычислите изменение

энтропии при нагревании 8 моль *He* от 260 К до 300 К, считая гелий идеальным газом (C_v (*He*) = $\frac{3}{2} R$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$);

Вычислить интегралы:

3. $\int \text{ctg}^2 5x dx$

4. $\int \frac{5x^2 - 2x + 1}{(3x + 1)(x^2 + 1)} dx$

5. $\int_0^3 \frac{dx}{2 + \sqrt{x+1}}$

Вариант 4.

1. Найти асимптоты графика функции $y = \frac{x^3 - 3x}{x^2 - 1}$.

2. В обратимом процессе при постоянном объеме изменение энтропии при переходе из состояния 1 в состояние 2 определяется по уравнению: $\Delta S = n \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_v dT}{T}$. Вычислите изменение энтропии при нагревании 9 моль *Ar* от 278 К до 311 К, считая аргон идеальным газом (C_v (*Ar*) = $\frac{3}{2} R$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$).

Вычислить интегралы:

3. $\int \cos^4 2x \cdot \sin^5 2x dx$

4. $\int \frac{2x^2 + 3x - 12}{x^3 - 4x^2} dx$

5. $\int_4^9 \frac{\sqrt{x}}{1 - \sqrt{x}} dx$

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1. Найти dz если $z = \frac{\text{tg}^3 3x}{\sqrt{y}}$

2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \ln(e^x - e^y)$, где $y = \text{ctg} 5x$.

3. Найти производную функции $u = \text{arctg} \frac{xy}{z}$ в точке $M(1;2;2)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(2;3;-3)$

4. Найти $g\vec{rad}u$ в точке $M(1;0;-3)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2) + xyz$

5. Опытным путем определены константы скорости реакции k при трех различных температурах t . Зависимость константы скорости реакции от абсолютной температуры T может быть выражена показательной функцией: $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$ ($T = t + 273$). Методом наименьших квадратов найти значения коэффициентов k_0 и $\frac{E}{R}$ (прологарифмировать обе части уравнения и положить $\ln k_0 = x$, $\frac{E}{R} = y$; записать функцию $F(x, y)$ и найти ее минимум $x = x_0, y = y_0$, а затем вычислить k_0 и $\frac{E}{R}$).

k	3,23	7,80	15,43
t	400	452	493

Вариант 2.

1. Найти du в точке $M(2; -1; 2)$ если $u = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + zx$
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = x^2 \ln y$, где $x = \frac{u}{v}$, $y = 3u - 2v$.
3. Найти производную функции $u = \frac{\cos^2 y}{5x - 2z}$ в точке $M(1; \frac{\pi}{4}; 2)$ в направлении составляющем равные острые углы с осями координат.
4. Электростатическое поле задано потенциалом $\varphi = \frac{q}{r}$, где q – электрический заряд, $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ – расстояние от начала координат, x, y, z – координаты точки. Вычислить напряжённость поля по формуле $\vec{E} = -\overrightarrow{\operatorname{grad}} \varphi$ в точке $(2; 2; 1)$, если $q = 20$ мкКл.
5. Найти экстремумы функции: $z = 6x - 4y - x^2 - y^2 + 10$

Вариант 3.

1. Найти dz если $z = \operatorname{arctg} \sqrt{x^y}$.
2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \operatorname{tg} \frac{\sqrt{2y}}{x}$, где $y = 5^{-x}$.
3. Найти производную функции $u = \frac{3z}{x^2 + y^2 + z^2}$ в точке $M(1; -1; 1)$ в направлении вектора $2\vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$.
4. Найти $\overrightarrow{\operatorname{grad}} u$ в точке $M(1; 1; -2)$ его длину и направление, если $u = \ln(2x + y) + x^3 y z^2$.
5. Опытным путем определены константы скорости реакции k при трех различных температурах t . Зависимость константы скорости реакции от абсолютной температуры T может быть выражена показательной функцией: $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$ ($T = t + 273$). Методом наименьших квадратов найти значения коэффициентов k_0 и $\frac{E}{R}$ (прологарифмировать обе части уравнения и положить $\ln k_0 = x$, $\frac{E}{R} = y$; записать функцию $F(x, y)$ и найти ее минимум $x = x_0, y = y_0$, а затем вычислить k_0 и $\frac{E}{R}$).

k	3,23	7,80	24,21
t	400	452	528

Вариант 4.

1. Найти dz если $z = \ln(y + \sqrt{x^2 + y})$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = \sin^2(2x + 3y)$, где $x = \frac{u+1}{v}$, $y = u \cos v$.
3. Найти производную функции $u = e^{3x - \sin \pi y}$ в точке $M(-1; 0)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(3; 4)$.
4. Магнитное поле, создаваемое электрическим током силы I , текущим по бесконечному

проводу, определяется формулой $\vec{H}(x, y) = 2I \frac{-y\vec{i} + x\vec{j}}{x^2 + y^2}$, где x, y – координаты точки.

Вычислить градиент поля в точке (2; 1), если $I = 2$ А.

5. Найти экстремумы функции: $z = 4x - 4y - x^2 - y^2$.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант № 1

1. $(\sqrt{xy} - x)dy + ydx = 0$, $y(1) = 1$

2. $y' - y \cdot \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos^3 x}$

3. $(e^x \sin y + x)dx + (e^x \cos y + y)dy = 0$

4. $2x + 2xy^2 + \sqrt{2 - x^2} y' = 0$

5. В воздухе производственного помещения объемом 200 м^3 содержится 0,15% объемной доли углекислого газа (CO_2). После включения приточной вентиляции в комнату в минуту подается 20 м^3 воздуха, содержащего 0,04% CO_2 . Такой же объем воздуха удаляется из помещения вытяжной вентиляцией. Составить и решить уравнение, описывающее изменение объема CO_2 в воздухе помещения за t минут после включения вентиляции.

Вариант № 2

1. $y' = \frac{xe^{\frac{y}{x}} + y}{x}$, $y(1) = 0$

2. $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$

3. $\frac{y}{x}dx + (y^3 + \ln x)dy = 0$

4. $2x dx - y dy = yx^2 dy - xy^2 dx$

5. Сосуд объемом 20 л содержит газовую смесь (80% азота и 20% кислорода). В сосуд подается 0,1 л азота в секунду, газовая смесь в сосуде непрерывно перемешивается. Из сосуда вытекает аналогичный объем газовой смеси. Составить и решить дифференциальное уравнение, изменение объема $y(t)$ азота в сосуде за t секунд после начала опыта.

Вариант № 3

1. $xy' - y + \sqrt{x^2 + y^2} = 0$, $y(1) = 0$

2. $xy' + y - e^x = 0$

3. $\frac{3x^2}{\sqrt{y}} dy + (\ln y - \frac{x^3}{2\sqrt{y^3}}) dy = 0$

$$4. (1 + e^x)yy' = e^x$$

5. В воздухе производственного помещения объемом 300 м^3 содержится $0,2\%$ объемной доли углекислого газа (CO_2). После включения приточной вентиляции в комнату в минуту подаётся 30 м^3 воздуха, содержащего $0,05\%$ CO_2 . Такой же объем воздуха удаляется из помещения вытяжной вентиляцией. Составить и решить уравнение, описывающее изменение объема CO_2 в воздухе помещения за t минут после включения вентиляции.

Вариант № 4

$$1. y' = \frac{x+y}{x-y}, \quad y(1) = 0$$

$$2. xy'(x-1) + y = x^2(2x-1)$$

$$3. (x \cos 2y + 1)dx - x^2 \sin 2y dy = 0$$

$$4. 3(x^2y + y)dy + \sqrt{2 + y^2}dx = 0$$

5. Сосуд объемом 30 л содержит газовую смесь (75% азота и 25% кислорода). В сосуд подается $0,15 \text{ л}$ азота в секунду, газовая смесь в сосуде непрерывно перемешивается. Из сосуда вытекает аналогичный объем газовой смеси. Составить и решить дифференциальное уравнение, описывающее изменение объема $y(t)$ азота в сосуде за t секунд после начала опыта.

Раздел 7, 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 5 вопросов 4 балла за вопрос.

Вариант № 1

$$1. 4y^3y'' = y^4 - 1; y(0) = \sqrt{2}; y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}.$$

$$2. y''x \ln x = y'$$

$$3. y'' - 4y' + 4y = -e^{2x} \sin 6x$$

$$4. y'' - 2y' + y = e^x \ln x$$

5. Система дифференциальных уравнений $\begin{cases} x' = -3x - by \\ y' = -3x - 2y \end{cases}$ описывает зависимость отклонений $x(t)$ и $y(t)$ параметров химико-технологического процесса от нормы с течением времени. К каким последствиям приведет выбор управляющего параметра $b = 1$, а к каким $b = 3$? Какое значение управляющего параметра из этих двух должно быть выбрано?

Вариант № 2

$$1. y'' + 2 \sin y \cos^3 y = 0; y(0) = 0; y'(0) = 1$$

$$2. y'' - y' = 2x + 3;$$

$$3. y'' - 2y' + 2y = (6x - 11)e^{-x}$$

$$4. y'' + 4y = \frac{1}{\cos 2x}$$

5. Система дифференциальных уравнений $\begin{cases} x' = -2x - by \\ y' = -3x - 3y \end{cases}$ описывает зависимость отклонений $x(t)$ и $y(t)$ параметров химико-технологического процесса от нормы с течением времени. К каким последствиям приведет выбор управляющего параметра $b = 1$, а к каким $b = 3$? Какое значение управляющего параметра из этих двух должно быть выбрано?

Вариант № 3

- $y'' \cdot y^3 + 49 = 0, y(3) = -7; y'(3) = -1.$
- $y'' \cdot \operatorname{ctg} 2x + 2y' = 0$
- $y'' + 2y' = 6e^x (\sin x + \cos x);$
- $y'' - 2y' + y = 3e^x \sqrt{x-1}.$
- Система дифференциальных уравнений $\begin{cases} x' = 2x + by \\ y' = -2x - 3y \end{cases}$ описывает зависимость отклонений $x(t)$ и $y(t)$ параметров химико-технологического процесса от нормы с течением времени. К каким последствиям приведет выбор управляющего параметра $b = 1$, а к каким $b = 4$? Какое значение управляющего параметра из этих двух должно быть выбрано?

Вариант № 4

- $y'' + 8\sin y \cdot \cos^3 y = 0, y(0) = 0; y'(0) = 2.$
- $y'' + \frac{2x}{x^2 + 1} y' = 2x$
- $y'' + 3y' + 2y = (1 - 2x)e^{-x}$
- $y'' + 16y = \operatorname{ctg} 4x$
- Система дифференциальных уравнений $\begin{cases} x' = -x + by \\ y' = -3x - 3y \end{cases}$ описывает зависимость отклонений $x(t)$ и $y(t)$ параметров химико-технологического процесса от нормы с течением времени. К каким последствиям приведет выбор управляющего параметра $b = -2$, а к каким $b = 1$? Какое значение управляющего параметра из этих двух должно быть выбрано?

3 СЕМЕСТР

Раздел 9. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

- Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2} f(x; y) dy.$
- Вычислить: $\iint_D (2x - y) dx dy, \quad D: \quad y = x^2; y = x; x = 2.$

3. $\iint_D \left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) dx dy, \quad D: \quad x^2 + y^2 \geq \pi; x^2 + y^2 \leq 4\pi; y \geq 0; y \leq x.$

4. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y^2 = 1; \quad y + 2x + 1 = 0.$

5. Температура в любой точке металлической пластины в плоскости xOy задаётся формулой $T(x, y) = 100 - 4x^2 - y^2$, где x и y измеряются в см и T в градусах Цельсия. Определить среднюю температуру по области D , лежащей между параболлами $x = y^2$ и $x = 3 - y^2$.

Вариант 2

1. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^1 dy \int_{y^2-1}^{1-y^2} f(x; y) dx$

2. Вычислить: $\iint_D (x - y) dx dy, \quad D: \quad y = 2 - x^2; y = 2x - 1; x \geq 0.$

3. $\iint_D \frac{dx dy}{x^2 + y^2 + 1}, \quad D: \quad x^2 + y^2 \leq 1; x \geq 0.$

4. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y = 1; \quad x - 1 = 0; \quad y = e^x.$

5. Тонкая пластинка имеет вид кругового кольца с центром в точке $O(0;0)$ и радиусами 20 см и 40 см. Найти количество тепла, полученного пластинкой при её нагревании от температуры 20°C до температуры 100°C , если теплоёмкость $0,385$ кДж, а плотность $\delta(x, y) = xy$.

Вариант 3

1. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_x^{2-x^2} f(x; y) dy.$

2. Вычислить: $\iint_D (x + 2y) dx dy, \quad D: \quad y = x; 2y = x; x = 2.$

3. $\iint_D (x^2 + y^2) dx dy, \quad D: \quad x^2 + y^2 \leq 2x.$

4. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y^2 = 1 + x; \quad y - x + 1 = 0.$

5. Тонкая пластинка имеет вид круглого диска с центром в точке $O(0;0)$ и радиусом $r=20$ см. Найти количество тепла, полученного пластинкой при её нагревании от температуры 20°C до температуры 100°C , если теплоёмкость $0,385$ кДж, а плотность $\delta(x, y) = 1/r$.

Вариант 4

1. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^2 dy \int_{2-y}^{4-y^2} f(x; y) dx$

2. Вычислить: $\iint_D (x + y) dx dy, \quad D: \quad y = x; y + x = 4; x = 0.$

3. $\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy, \quad D: \quad x^2 + y^2 \geq 1; x^2 + y^2 \leq 4.$

4. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y = 2 - x^2$; $y = x$; $x \geq 0$.
5. Определить суммарный электрический заряд, распределённый по части поверхности параболоида $2az = x^2 + y^2$, вырезаемой из него цилиндром $x^2 + y^2 = a^2$, если плотность заряда в каждой точке равна $k\sqrt{z}$, где $k > 0$ – коэффициент пропорциональности. Принять $a=3$, $k=1$.

Раздел 10. Примеры вопросов к контрольной работе № 8. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1. Вычислить: $\int_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, если l : прямая АВ, А(1;1), В(3;4)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C xydx + y^2dy$, если $C : x^2 + y^2 = 4$
3. Вычислить $\int_l (x^2 - 2xy)dx + (y^2 - 2xy)dy$, l – дуга параболы $y = x^2$ от точки А(−1;1) до В(1;1)
4. Установившийся поток несжимаемой жидкости описывается вектором скоростей: $\vec{V} = 4y \cdot \vec{i} - x \cdot \vec{j}$. Найти работу векторного поля по перемещению частицы единичной массы охлажденной жидкости в плоскости Oxy теплообменника вдоль дуги эллипса $x^2 + 4y^2 = 1$ из точки А(0; $\frac{1}{2}$) в точку В(1; 0).
5. Вычислить: $\int_{(0;0)}^{(2;2)} (y^2 + 2xy)dx + (2xy + x^2)dy$

Вариант 2

1. Вычислить: $\int_l 2xydx - x^2dy$, если $l : x = 2y^2$ от точки О(0;0) до точки А(2;1)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C 2xydy - y^2dx$, если $C : x^2 + y^2 = R^2$
3. Вычислить: $\int_l \frac{dx}{y^2} + x^2dy$, если $l : y = \frac{1}{x}$ от точки А(1;1) до точки В(4;1/4)..
4. Установившийся поток несжимаемой жидкости описывается вектором скоростей: $\vec{V} = 8x \cdot \vec{i} - 8y \cdot \vec{j}$. Найти работу векторного поля по перемещению частицы единичной массы охлажденной жидкости в плоскости Oxy теплообменника вдоль кривой $y = \frac{2}{x}$ от точки А(1; 2) до точки В(4; $\frac{1}{2}$).
5. Вычислить: $\int_{(1;2)}^{(3;4)} \frac{y}{x}dx + (y + \ln x)dy$

Вариант 3

1. Вычислить: $\int_l x^2dx + \frac{dy}{y^2}$, $l : y = \frac{1}{x}$ от точки А(1;1) до точки В(5;1/5)

2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C 2(x^2 + y^2)dx + (x + y)^2 dy$, C – замкнутый контур треугольника ABC с вершинами $A(1;1)$, $B(2;2)$, $C(1;3)$

3. Вычислить: $\int_l \cos^3 x dx + y dy$, если $l: y = \sin x$ от точки $A(0;0)$ до точки $B\left(\frac{\pi}{2};1\right)$.

4. Установившийся поток несжимаемой жидкости описывается вектором скоростей: $\vec{V} = x \cdot \vec{i} - 2y \cdot \vec{j}$. Найти работу векторного поля по перемещению частицы единичной массы охлажденной жидкости в плоскости Oxy теплообменника вдоль дуги кривой $x = 2\sqrt{y}$ из точки $A(4;4)$ в точку $B(2;1)$.

5. Вычислить: $\int_{(2;3)}^{(3;4)} (6xy^2 + 2x^3)dx + (6x^2y + 3y^2)dy$

Вариант 4

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_z x^2 y dy + (xy - 1)dx$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2 \sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$

2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_{(c)} -x^2 y dx + xy^2 dy$, где C – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = 1 - x$; $y = x + 1$; $x = 1$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y + x)\vec{i} + (3x - y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 1 - x^2$ от точки $A(0;1)$ до точки $B(1;0)$.

4. Установившийся поток несжимаемой жидкости описывается вектором скоростей: $\vec{V} = -(y + 1) \cdot \vec{i} + x \cdot \vec{j}$. Найти работу векторного поля по перемещению частицы единичной массы охлажденной жидкости в плоскости Oxy теплообменника вдоль окружности $x^2 + (y + 1)^2 = 9$.

5. Вычислить: $\int_{(0;2)}^{(1;4)} ye^x dx + e^x dy$

Раздел 11. Примеры вопросов к контрольной работе № 9. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[4]{n^3}}{\sqrt{n^3 + 3}}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n + 2) \cdot \ln^2(3n + 2)}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n}{(n + 1)(n + 2)(n + 3)}.$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n+1}{n^2+1}.$$

$$5. \text{ Найти область сходимости степенного ряда: } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-7)^{2n}}{4^n \cdot \sqrt{n(n+1)}}$$

Вариант 2.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n-3}{\sqrt{2n^3+1}}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{10n+1}{(3n+2)!}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2n+1}{2^n}.$$

$$4. \sum_{n=2}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2}{n \ln n}.$$

$$5. \text{ Найти область сходимости степенного ряда } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^n}{(n+1) \cdot \ln(n+1)}$$

Вариант 3.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n+7}{3n^3+n}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(8n-3) \cdot \sqrt{\ln(8n-3)}}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n+2}{5^n}.$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{5n+1}{\sqrt{4n^3+7}}.$$

$$5. \text{ Найти область сходимости степенного ряда } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-3)^n}{5^n \cdot (n+1)}$$

Вариант 4.

Исследовать ряды на сходимость

1. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^{n-1}}{5n-2}.$
2. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{\operatorname{arccctg}(3n+2)}}{1+(3n+2)^2}.$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3. $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{7n+3}{n(9n+2)}.$
4. $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(n+1)}.$

5. Найти область сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+2)^n}{(4n+1) \cdot 4^n}$

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 10. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. Сколько четырехзначных чисел, делящихся на 5, можно составить из цифр $\{0,1,4,5,9\}$, если каждое число не должно содержать одинаковых цифр?
2. В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. По табельным номерам наудачу отобрали 7 человек. Найти вероятность того, что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
3. Три стрелка стреляют по одной мишени. Первый попадает с вероятностью $p_1 = 0,8$, второй – $p_2 = 0,7$, третий – $p_3 = 0,6$. Найти вероятность того, что при одном залпе в мишень попадет хотя бы один стрелок.
4. В первой коробке находится 20 батареек для фонарика, из них 18 годных к употреблению. Во второй коробке – 10 батареек, из них – 9 годных. Из второй коробки наудачу взяли 2 батарейки и переложили в первую. Найти вероятность того, что батарейка, наудачу извлеченная из первой коробки, будет годной.
5. Проверкой установлено, что получаемая заводом-потребителем башенная серная кислота в 96 случаях из 100 является кондиционной. В 70% кондиционных партий концентрация кислоты равна 76%. Найти вероятность того, что завод-потребитель получит в очередной партии 76%-ную кислоту.

Вариант 2

1. Игральная кость подбрасывается один раз. Найти вероятность того, что число выпавших очков кратно трем.
2. Из водоема, в котором находится 10 рыб, вылавливают 6 рыб, помечают и выпускают их обратно. Найти вероятность того, что второй улов того же объема содержит 4 меченые рыбы.
3. В урне 12 шаров, из которых 7 белых. Наудачу вытаскивается один шар, а затем возвращается обратно в урну. Найти вероятность хотя бы одного извлечения белого шара, если шар извлекали дважды.
4. В пирамиде установлены 15 винтовок, 10 из них снабжены оптическим прицелом. При стрельбе из винтовки с оптическим прицелом вероятность поражения мишени – 0,9, а при

стрельбе из обычной винтовки – 0,7. Какова вероятность того, что стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки? Найти также вероятность того, что мишень поражена из винтовки с оптическим прицелом.

5. В цехе установлены два электролизера по производству хлора и щелочи. Вероятность бесперебойной работы на протяжении часа первого и второго из них равна 0,85 и 0,8 соответственно. Найти вероятность того, что оба электролизера будут работать бесперебойно в течении трех часов.

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 11. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	-4	-2	0	1	2
p	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$, дисперсию $D[\xi]$, функцию распределения $F(x)$.

2. В ящике 7 белых шаров и 3 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ξ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ξ . Найти ее $M[\xi]$ и $D[\xi]$.

3. Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2(x-1), & x \in [1; 2] \\ 0, & x \notin [1; 2] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей $F(x)$ и ее график, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $P(1,5 < \xi < 3)$.

4. Случайная величина ξ распределена равномерно на $[1; 7]$. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M[\xi]$ и $D[\xi]$. Вычислить $P(0 \leq \xi \leq 4)$.

5. При многократном анализе на содержание SiO_2 в образце силиката установлено, что случайная величина (содержание SiO_2) распределена нормально с математическим ожиданием 68,4% и $\sigma=0,7\%$. Найти вероятность того, что результат единичного анализа не выйдет за рамки интервала (67,1%; 69,7%).

Вариант 2

1. Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	1	3	4	6	7
p	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$, дисперсию $D[\xi]$, функцию распределения $F(x)$

2. В ящике 6 белых шаров и 4 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ξ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ξ . Найти ее $M[\xi]$ и $D[\xi]$.

3. Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2 - \frac{x}{2}, & x \in [2; 4] \\ 0, & x \notin [2; 4] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей $F(x)$ и ее график, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $P(3 < \xi < 5)$.

4. Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$

и дисперсией $D[\xi] = 4$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-2 \leq \xi \leq 4)$

5. При многократном анализе на содержание углерода в чугуна марки СЧ (серый чугун) установлено, что случайная величина (содержание углерода) распределена нормально с математическим ожиданием 3% и $\sigma=0,05\%$. Найти вероятность того, что результат единичного анализа не выйдет за рамки интервала (2,14%; 3,65%).

Раздел 13. Примеры вопросов к контрольной работе № 12. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 8 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. По заданной выборке

45	46	58	59	47	55	58	46	45
38	40	41	62	43	61	40	42	50
58	41	51	44	47	47	47		

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,0	1,1	1,3	0,9	1,2	1,1	0,8	1,0	1,2

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, объемы которых $n=12$ и $m=16$, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y с неизвестными дисперсиями, найдены исправленные дисперсии: $s_x^2 = 9,52$ и $s_y^2 = 4,1$. При уровне значимости 0,05 проверить гипотезу $H_0 : D[X] = D[Y]$ при конкурирующей гипотезе $H_1 : D[X] > D[Y]$.

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]}\sigma = 20$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 9 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 215 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

5. Измерение pH технологического раствора проводится прибором без систематических ошибок, а случайные ошибки распределены нормально со среднеквадратическим отклонением $\sigma=0,02$. Сколько надо сделать независимых измерений, чтобы с доверительной вероятностью $\gamma = 0,95$ определить pH с ошибкой, не превышающей 0,05?

Вариант 2

1. По заданной выборке

7	4	9	13	9	9	13	9	11
11	11	5	12	9	10	15	14	10
10	12	8	10	11	10	4		

- 1) составить вариационный ряд;

- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,0 2,1 2,5 1,9 2,3 2,4 2,2 2,3

- 1) составить вариационный ряд;
 - 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.
3. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 1$ г, фасует чай в пачки со средним весом $a = 100$ г. В случайной выборке объемом $n = 25$ пачек средний вес $\bar{X} = 101,5$ г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность $\gamma = 0,95$.
4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]} = 18$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.
5. Для проверки точности работы двух автоматов по упаковке соды отобраны от 12 пачек, упакованных первым автоматом, и 15 вторым. Рассчитаны несмещенные оценки дисперсии веса пачки: $11,41 \text{ г}^2$ и $6,52 \text{ г}^2$ соответственно. Можно ли на основе полученных данных при уровне значимости 0,05 сделать вывод, что второй автомат работает точнее первого? Предполагается, что случайная величина (вес пачки) распределен нормально.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

(1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен, 4 семестр - зачет)

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Векторы: координаты, проекция вектора на ось, направляющие косинусы.
2. Линейные операции над векторами.
3. Скалярное и Векторное произведение двух векторов, их свойства.
4. Смешанное произведение трех векторов и его свойства.
5. Прямая на плоскости. Различные виды уравнения прямой на плоскости.
6. Кривые второго порядка.
7. Уравнение плоскости.
8. Уравнение прямой в пространстве.
9. Комплексные числа, действия с комплексными числами.
10. Многочлены. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена на множители.

11. Рациональные дроби. Разложение рациональных дробей на сумму простейших дробей.
12. Матрицы, операции над матрицами.
13. Элементарные преобразования строк матрицы.
14. Приведение матрицы к ступенчатому виду и виду Гаусса.
15. Ранг матрицы. Ранг системы векторов.
16. Определитель квадратной матрицы, его свойства, методы вычисления.
17. Обратная матрица: свойства, способы построения.
18. Совместность и определенность системы линейных алгебраических уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
19. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью обратной матрицы.
20. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью правила Крамера.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
22. Линейная однородная система алгебраических уравнений, ее фундаментальная система решений. Связь решений линейных однородных и неоднородных систем.
23. Собственные значения, собственные векторы матрицы.
24. Присоединенные векторы матрицы.
25. Последовательность. Предел числовой последовательности. Функция. Способы задания функции.
26. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Предел функции на бесконечности.
27. Непрерывность функции. Точки разрыва функции и их классификация.
28. Производная функции: определение, геометрический смысл.
29. Правила вычисления производной.
30. Производная сложной функции.
31. Производные высших порядков.
32. Дифференцируемость функции. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной.
33. Дифференциал функции и его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.
34. Раскрытие неопределенностей (правило Лопиталя).
35. Исследование функции: область определения, четность (нечетность), точки пересечения с координатными осями, промежутки знакопостоянства, непрерывность, точки разрыва.
36. Асимптоты графика функции.
37. Достаточные условия монотонности функции.
38. Достаточные условия экстремумов функции.
39. Достаточные условия выпуклости, вогнутости, точки перегиба графика функции.
40. Общая схема исследования функции и построение графика.
41. Первообразная. Неопределенный интеграл. Теорема об общем виде первообразных.
42. Основные свойства неопределенного интеграла.
43. Таблица основных интегралов.
44. Методы интегрирования: табличный, разложения.
45. Интегрирование подведением под знак дифференциала.
46. Интегрирование с помощью замены переменной.
47. Определенный интеграл: определение, свойства.
48. Формула Ньютона - Лейбница.

49. Вычисление определенного интеграла с помощью замены переменной.
50. Некоторые приложения определенного интеграла.
51. Интегралы с бесконечными пределами: определения, свойства.

8.2.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5-8 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Функции нескольких переменных: область определения, линии уровня, геометрическая интерпретация.
2. Предел функции в точке, частные производные первого и второго порядков функции нескольких переменных.
3. Частные производные первого порядка.
4. Частные производные второго порядка.
5. Полный дифференциал (для функции двух переменных).
6. Производная сложной функции.
7. Производная функции по направлению.
8. Градиент функции и его свойства.
9. Экстремумы функции двух переменных: необходимое и достаточное условия экстремума.
10. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа).
11. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.
12. Дифференциальные уравнения: определения, порядок, решение, общее решение.
13. Примеры задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.
14. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
15. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
16. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.
17. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами: свойства решений, структура общего решения.
18. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод Эйлера).
19. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод вариации).
20. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Метод подбора в случае правой части вида квазимногочлена.
21. Системы линейных дифференциальных уравнений I-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод исключения.

8.2.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 9-11 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, основные свойства.
2. Практическое приложение двойного интеграла.
3. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат. Сведение двойного интеграла к повторному.
4. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.
5. Теорема о среднем значении двойного интеграла.
6. Интеграл Эйлера – Пуассона.
7. Тройной интеграл: определение и основные свойства. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат.
8. Практическое приложение тройного интеграла.
9. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, основные свойства. Вычисление работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.
10. Теорема о вычислении криволинейного интеграла по замкнутому контуру (Формула Грина).
11. Теорема о связи независимости криволинейного интеграла по координатам $\int_{L_{AB}} Pdx + Qdy$ от формы пути интегрирования с равенством $\frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial Q}{\partial x}$.
12. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.
13. Поверхностный интеграл первого рода: определение, физический смысл.
14. Поверхностный интеграл второго рода. Поток вектора через поверхность.
15. Определение дивергенции векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.
16. Определение ротора. Формула Стокса.
17. Числовые ряды: основные понятия, свойства сходящихся рядов.
18. Необходимый признак сходимости.
19. Гармонический ряд. Ряды Дирихле.
20. Признаки сравнения рядов с положительными членами.
21. Признак Даламбера.
22. Интегральный и радикальный признаки Коши.
23. Знакопередающиеся ряды: признак Лейбница.
24. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимости.
25. Признак абсолютной сходимости.
26. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
27. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости.
28. Свойства степенных рядов.
29. Ряды Тейлора и Маклорена: свойства, основные разложения.
30. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений.

8.2.4. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

1 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Высшая математика» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Высшая математика
БИЛЕТ № 1 - Теорема о свойствах интеграла с переменным верхним пределом. - Свойства пределов, связанные с неравенствами. - Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} (1-x)^{7/x}$ $y = \operatorname{arccotg} \ln x \cdot \operatorname{ctg} 5^x$, $y' = ?$ - Найти интервалы возрастания и убывания функции $y = 2x^3 - 21x^2 - 48x + 8$ - Найти $\int \frac{(x+2)dx}{(x-1)(x+8)}$ - Вычислить $\int_{-2}^0 (x^2 + 2)e^{x/2} dx$ - Вычислить $\int_{\pi}^{2\pi} \frac{1 - \cos x}{(x - \sin x)^2} dx$	

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Высшая математика
БИЛЕТ № 2	

1. Необходимое и достаточное условие существования асимптот функции (с док.).
2. Приложение определенных интегралов.
3. Вычислить: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x}{2x}$
4. $y = \log_3(5x^2 - 3)$, $y' = ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 3x^3 - 5x^2 + 2$
6. Найти: $\int \frac{x}{x^2 + 9} dx$
7. Найти: $\int \operatorname{ctg} x dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S = ?$, $y = x^3$, $x = 1$, $y = 0$

2 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Высшая математика» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5-8 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Высшая математика
БИЛЕТ № 1	
1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом).	
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.	
3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = x^2 \ln y$, где $x = \frac{u}{v}$, $y = 3u - 2v$.	
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial \bar{l}}$, если $z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{x}$, $\bar{l} = (3; 4)$, $A(1; 2)$.	
5. Найти $\overline{\operatorname{grad} z}(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4}; 2\right)$.	
6. Решить дифференциальное уравнение: $(\cos y + y \cdot \sin x)dx + (2y - x \cdot \sin y - \cos x)dy = 0$	
7. Решить задачу Коши: $y'' \cdot \cos x = 2y' \cdot \sin x$, $y(0) = -1$; $y'(0) = 1$	
8. Решить дифференциальное уравнение: $5y'' - y' = 5 - 2x$	

«Утверждаю»

Министерство науки и высшего образования РФ

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Высшая математика
БИЛЕТ № 2	
1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае кратных корней характеристического уравнения (случай $D=0$) (с доказательством).	
2. Дифференциал второго порядка функции $z = f(x, y)$.	
3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y)$ и $x = t \operatorname{tg} t$, $y = ct \operatorname{tg} t$	
4. Найти $\vec{gradu}$ в точке $M(1;1;-2)$ его длину и направление, если $u = \ln(2x + y) + x^3 y z^2$.	
5. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, если $z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{1+x}$, $\vec{l} = (3;4)$, $A(1;2)$	
6. Решить дифференциальное уравнение: $xy' - y = x \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{x}$	
7. Решить задачу Коши: $y'' \cdot y^3 + 1 = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 1$	
8. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + y = 2x(1 - x)$	

3 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Высшая математика» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 9-11 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Высшая математика	
БИЛЕТ № 1	
1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательством).	
2. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.	
3. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^0 dx \int_{-2x}^2 f(x; y) dy$	
4. Вычислить интеграл: $\iint_D (2 - x) dx dy$, $D: y + x = 2, y = x, x = 2$.	

5. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y - x)\vec{i} + (2y + x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
6. Вычислить интеграл по формуле Грина:

$$\oint_C (5x + 2xy)dx + (4y - 2x^2)dy, C: x = 0, y = 1, y = x.$$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{4^n + 1}$$
8. Найти область сходимости степенного ряда:
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{\sqrt[3]{2n+1}}$$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Высшая математика
БИЛЕТ № 2	
1. Знакопеременные ряды. Доказать признак Лейбница.	
2. Формула для вычисления площади области D: $a \leq x \leq b, y_1(x) \leq y \leq y_2(x)$	
3. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_0^x f(x; y) dy + \int_1^2 dx \int_0^{2-x} f(x; y) dy$	
4. Вычислить интеграл: $\iint_D (x+1) dx dy, D: y+x=2, y=x, x=2.$	
5. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).	
6. Вычислить: $\int_{A(1;0)}^{B(3;2)} (6x - 2y)dx + (3y - 2x)dy.$	
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{7+3n}$	
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (x-2)^n}{\sqrt{n+11}}$	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. «Сборник задач по высшей математике» (часть 1), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 576 с.: ил. – (Высшее образование).
2. «Сборник задач по высшей математике» (часть 2), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 592 с.: ил. – (Высшее образование).
3. «Конспект лекций по высшей математике», Письменный Д.Т. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 608 с.: ил. – (Высшее образование).
4. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
5. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017, 304 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Элементы алгебры: учебное пособие / А. Н. Шайкин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 119 с.: ил.
2. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Меладзе М.А., Гордеева Е.Л., Осипчик В.В. / Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
3. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Аверина О.В., Воронов С.М., Старшова Т.Н., Хлынова Т.В., Ригер Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –132 с.
4. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (теория и практика): учебное пособие / Е. Г. Рудаковская, Рушайло М.Ф., Шайкин А.Н., Меладзе М.А., Арсанукаев З.З., Воронов С.М. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. –120 с.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения: конспект лекций по высшей математике: учебное пособие / сост.: Е. М. Чечеткина, В. М. Азриэль, Е. Ю. Напеденина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 64 с.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г. Рушайло М.Ф., Хлынова Т.В., Ригер Т.В., Казанчян М.С., Ситин А.Г. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –116 с.
7. Ряды. Теория и практика. Рудаковская Е.Г., Арсанукаев З.З., Меладзе М.А., Напеденин Ю.Т. /Учебное пособие. –М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011. –72 с.
8. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных. Рудаковская Е.Г., РушайлоМ.Ф., Напеденина Е.Ю., Меладзе М.А, Хлынова Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –92 с.
9. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Меладзе М.А, Хлынова Т.В., Шайкин А.Н., Ригер Т.В., /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Шайкина А.Н.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
10. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
11. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., РушайлоМ.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –136 с.
12. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том I. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и нескольких переменных. Элементы алгебры. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Старшова Т.Н., Ригер Т.Ф., Меладзе М.А., Бурухина Т.Ф., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –148 с.

13. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том II. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Аверина О.А., Четкина Е.И., Напеденина Е.Ю., Напеденин Ю.Т., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –120 с.
14. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том III. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Напеденина Е.Ю., Осипчик В.В., Напеденин Ю.Т., Орлова В.Л., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017. –124 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:
<http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 1280);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 12 контрольных работ, общее число вариантов – 600);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 3 итоговые аттестации, общее число билетов – 150).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет **1 563 142** экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Высшая математика**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.muctr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.muctr.ru>.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

21.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно

4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1 семестр		
Раздел 1. Элементы алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой
Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой

	моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой
Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять	Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой

	математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
2 семестр		
Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 6. Дифференциальные уравнения первого порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.	Оценка за контрольную работу № 5 (2 семестр) Оценка на экзамене

	Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 7. Дифференциальные уравнения второго порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 8. Системы дифференциальных уравнений.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 6 (3 семестр) Оценка на экзамене
3 семестр		

Раздел 9. Кратные интегралы	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 10. Криволинейные и поверхностные интегралы.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических	Оценка за контрольную работу № 9 (3 семестр) Оценка на экзамене

	моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
4 семестр		
Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 10 (4 семестр) Оценка за контрольную работу № 11 (4 семестр)
Раздел 13. Математическая статистика.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для	Оценка за контрольную работу № 12 (4 семестр)

	описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Высшая математика»
основной образовательной программы

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ГАЗОФАЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНОМАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н. доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии
А.Г. Мурадовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

« 14 » мая 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Дисциплина **«Газофазные технологии наноматериалов»** относится к блоку обязательных дисциплин учебного плана, части, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в по дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Физико-химия наноструктурированных материалов» и «Введение в специальность».

Цель дисциплины: приобретение знаний о физических и химических методах получения наноматериалов в газовой фазе, в том числе наночастиц, нанонитей и нанотрубок, пленок и покрытий, массивных наноструктурированных и микропористых материалов.

Задачи дисциплины:

формирование у обучающихся представлений об основных физических и химических методах получения наноматериалов в газовой фазе, знаний о методологии выбора способов получения для создания наноматериалов требуемой структуры, а также основных технологических параметрах используемых процессов.

Дисциплина **«Газофазные технологии наноматериалов»** преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Газофазные технологии наноматериалов»** при подготовке бакалавров по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**, профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в области наноструктурированных материалов и применять полученную информацию для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;		совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в области наноматериалов и наносистем	модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с	- все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования процессов синтеза и	ПК-6 Способен эксплуатировать технологическое и аналитическое оборудование, предназначенное для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов, в соответствии с нормами техники безопасности и	ПК-6.1. Знает нормы техники безопасности и требования экологии при эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных

помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; – участие в производстве наноматериалов и наносистем с заданными технологическими и функциональными свойствами, проектировании высокотехнологичных процессов в составе первичного проектно-технологического или исследовательского подразделения; контроль качества выпускаемой продукции.	физико-химических свойств наноматериалов; - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности.	требованиями экологии	ПК-6.2. Умеет применять на практике нормы и правила техники безопасности при эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-6.3. Владеет навыками безопасной эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен
знать:

- физико-химические основы методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;
- основные физические и химические методы получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе и перспективы их применения;
- основные технологические операции и оборудование для получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;
- требования к качеству сырья и получаемых продуктов для различных методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.

уметь:

- выбирать необходимый метод синтеза наночастиц и получения наноматериалов в газовой фазе с учетом требований к качеству продукта и экономических показателей;
- оптимизировать параметры выбранного метода синтеза под конкретные цели и задачи.

владеть:

навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;
навыками анализа научно-технической литературы в области методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	4,0	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	1,78	64
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	2,22	80	2,22	80
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,2	2,22	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8		79,8
Виды контроля:				
Зачет с оценкой	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	108	4,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	48	1,78	48
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12	0,45	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	2,22	60	2,22	60
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,15	2,22	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85		59,85
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Физические методы получения наноматериалов	36	6	6	-	24
1.1	Введение	4	1	-	-	3
1.2	Физические методы получения наночастиц	8	2	-	-	6
1.3	Физические методы получения массивных наноструктурированных материалов	8	1	2	-	5
1.4	Физические методы получения пленок и покрытий	8	1	2	-	5
1.5	Физические методы получения нанонитей и нанотрубок	8	1	2	-	5
2	Раздел 2. Химические методы получения наноматериалов	68	6	6	32	24
2.1	Химические методы получения наночастиц в газовой фазе	28	2	2	16	8
2.2	Химические методы получения пленок и покрытий	28	2	2	16	8
2.3	Химические методы получения нанонитей и нанотрубок	12	2	2	-	8
3	Раздел 3. Комбинированные и иные методы получения наноматериалов	28	4	4	-	20
3.1	Методы получения микропористых материалов	12	2	2	-	8
3.2	Комбинированные методы	11	1	2	-	8
3.3	Нанотехнология	5	1	-	-	4
	Подготовка к зачету	12	-	-	-	12
	Всего часов	144	16	16	32	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физические методы получения наноматериалов

Введение. Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов. Физические, химические, биологические и комбинированные методы. Особенности получения нуль- одно-, дву- и трехмерных наноматериалов.

Физические методы получения наночастиц. Возгонка-десублимация. Способы подвода энергии для возгонки (использование внешних нагревателей; резистивный, плазменный, лучевой и электронно-лучевой нагрев). Лазерная абляция. Диспергирование в электродуговом разряде. Механическое, ультразвуковое и детонационное измельчение. Метод взрывающихся проволок. Электроискровая эрозия. Плазменная сфероидизация частиц. Криогенные методы.

Физические методы получения массивных наноструктурированных материалов. Интенсивная пластическая деформация. Образование наноструктур при кристаллизации аморфизированных слоев. Направленная кристаллизация аморфных сплавов и стекол. Диффузия в твердом теле. Прессование и спекание (разновидности спекания). Интенсивная пластическая деформация.

Физические методы получения пленок и покрытий. Полив и его разновидности (капельный метод, спинингование). Метод погружения. Напыление (термическое, электронно-лучевое, магнетронное). Понятие об эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Ионная имплантация. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. Диффузионные методы. Струйные методы. Литография и нанолитография. Пучковые методы нанолитографии: электронная, ионная, рентгеновская.

Физические методы получения нанонитей и нанотрубок. Возгонка-десублимация. Лазерная абляция. Диспергирование в дуговом разряде. Расщепление слоистых веществ. Напыление пленок со структурным несоответствием свойств и их преобразование.

Раздел 2. Химические методы получения наноматериалов

Химические методы получения наночастиц в газовой фазе. Понятие прекурсора, возможные преимущества, требования к прекурсорам. Основные принципы – стадии подхода к выбору и дизайну прекурсоров – МОС с молекулярным строением. Типы прекурсоров, примеры реакций синтеза наноматериалов. Пути синтеза прекурсоров с заданной – равной летучестью. Методы оценки стерических затруднений и межмолекулярных контактов. Сравнительная оценка экранирующей способности основных типов лигандов. Парообразование бета-дикетонатов металлов. Лантаноиды. Примеры использования для синтеза наноматериалов. Особенности парообразования алкоксидов. Примеры использования для синтеза наноматериалов. Особенности парообразования циклопентадиенильных координационных соединений – прекурсоров. Примеры использования для синтеза наноматериалов. Галогениды, гидриды. Примеры использования для синтеза наноматериалов. Химические транспортные реакции. Принцип метода. Общая характеристика метода химического осаждения из газовой фазы (Определение, схема процесса, основные параметры). Стадии CVD процесса. Влияние газовой фазы на протекание процесса. Преимущества и недостатки метода. Классификация методов CVD. Функциональные элементы CVD установок. Область применения метода CVD. CVD реактор для непрерывного синтеза многослойных материалов. Классификация методов нанесения неорганических покрытий

Химические методы получения пленок и покрытий. Химическое осаждение металлоорганических соединений из газовой фазы. Эпитаксия. Осаждение функционализированных наночастиц на функционализированной подложке.

Химические методы получения нанонитей и нанотрубок. Формирование углеродных и неуглеродных нанотрубок из веществ слоистого строения и из веществ со структурным несоответствием. Каталитический пиролиз углеводородов. Матричный метод (матрицы-нанонити, матрицы-наноскважины, молекулярные матрицы). Метод пар-жидкость-кристалл. Химическое модифицирование нанотрубок. Реакции в полости нанотрубок. Электрохимические методы.

Раздел 3. Комбинированные и иные методы получения наноматериалов

Методы получения микропористых материалов. «Ядерные» трековые мембраны. Мембраны из оксидов алюминия, титана и циркония, получаемые

электрохимическим окислением. Материалы с высокой удельной поверхностью: цеолиты, молекулярные сита, активированные угли.

Комбинированные методы. Механохимическое реакции и их разновидности. Возгонка металлов в среде активных газов. Химические активаторы спекания.

Нанотехнология. Проблемы и достижения нанотехнологии в создании материалов, приборов, устройств и машин на современном этапе.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	1	2	3
Знать:			
физико-химические основы методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;	+	+	-
основные физические и химические методы получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе и перспективы их применения;	+	+	+
основные технологические операции и оборудование для получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;	+	+	+
требования к качеству сырья и получаемых продуктов для различных методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;	+	+	+
Уметь:			
выбирать необходимый метод синтеза наночастиц и получения наноматериалов в газовой фазе с учетом требований к качеству продукта и экономических показателей;	+	+	+
оптимизировать параметры выбранного метода синтеза под конкретные цели и задачи;	+	+	+
Владеть:			
навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;	-	+	-
навыками анализа научно-технической литературы в области методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;	+	+	+
Код и наименование ПК			
ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+
ПК-6 Способен эксплуатировать технологическое и аналитическое оборудование, предназначенное для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов, в соответствии с нормами техники безопасности и требованиями экологии	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме в объеме 16 акад. часов (0,45 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.3	Физические методы получения массивных наноструктурированных материалов	2
2	1.4	Физические методы получения пленок и покрытий	2
3	1.5	Физические методы получения нанонитей и нанотрубок.	2
4	2.1	Химические методы получения наночастиц в газовой фазе	2
5	2.2	Химические методы получения пленок и покрытий	2
6	2.3	Химические методы получения нанонитей и нанотрубок	2
7	3.1	Методы получения микропористых материалов	2
8	3.2	Комбинированные методы получения наноматериалов	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Газофазные технологии наноматериалов»* выполняется в соответствии с Учебным планом в 8 семестре и занимает 32 часа (0,89 зач. ед.). Лабораторные работы охватывают 1 раздел дисциплины. В практикум входит 2 работы (состоящие из нескольких разделов), примерно по 16 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Газофазные технологии наноматериалов»*, а также дает знания в области химического синтеза наноструктурированных покрытий, пленок.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 10 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2.2	Тонкие наноструктурированные пленки для фотоники	16
2	2.2	Формирование наноструктурированного пленочного покрытия для полупроводниковых сенсоров	16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины *«Газофазные технологии наноматериалов»* предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 80 часов (2,22 зач. ед.).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.
-

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение двух реферативно-аналитических работ. Максимальная оценка за каждый реферат составляет 10 баллов.

Подготовка и защита реферата

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ двух и более источников научной информации (научной статьи или патента) по получению наноматериалов различными методами (физическими, химическими) и применению наноматериалов. Анализируется актуальность работы, описанной в статье или патенте, перспективность направления, достоинства, недостатки, практическая значимость и возможность внедрения. Максимальная оценка за реферат – 10 баллов. Объем реферата составляет 5-10 страниц.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

Примерная тематика реферативно-аналитической работы №1:

Раздел 1. Физические методы получения наноматериалов

1. Методы получения упорядоченных наноструктур: молекулярно-лучевая эпитаксия
2. Дисплеи на квантовых точках
3. Перовскитные квантовые точки: синтез, свойства, применение
4. Литография и контактная фотолитография.
5. Литография высокого разрешения в технологии полупроводников
6. Диффузия в твердых телах
7. Диффузионные процессы и их использование в технологиях

8. Объемные наноструктурные материалы и методы их получения
9. Углеродные нанотрубки. Их получение и свойства.
10. Получение нитридных наноплёнок или нанонитей

Примерная тематика реферативно-аналитической работы №2:

1. Химические транспортные реакции и их классификация
2. Понятие прекурсора, возможные преимущества, требования к прекурсорам
3. Химия металлоорганических соединений
4. Общая характеристика метода химического осаждения из газовой фазы (Определение, схема процесса, основные параметры)
5. Метод получения тонких пленок, осаждение на подложку
6. Метод матричного твердотельного синтеза
7. Синтез графена и углеродных нанотрубок методом газозофазного осаждения
8. Электрохимические методы получения наноматериалов
9. Методы оценки стерических затруднений и межмолекулярных контактов
10. Механизмы роста вискероф из газовой фазы. Примеры синтеза вискероф металлов, оксидов металлов
11. Получение наноматериалов методом лазерного испарения
12. Сенсорные полупроводниковые материалы и пути их синтеза

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Контрольные работы пишутся в форме развернутого ответа на вопросы.

Максимальная оценка контрольных работ составляет 30 баллов.

Раздел 1. Пример вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Классификация методов нанесения неорганических покрытий.
2. Электродуговая металлизация функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).

Раздел 2. Пример вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Стадии CVD процесса. Влияние газовой фазы на протекание процесса.
2. Химические транспортные реакции. Принцип метода. Примеры.

Раздел 3. Пример вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Механохимические реакции и их разновидности.
2. Проблемы и достижения нанотехнологии в создании материалов, приборов, устройств и машин на современном этапе.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)

Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Интенсивная пластическая деформация.
2. Образование наноструктур при кристаллизации аморфизированных слоев.
3. Прессование и спекание (разновидности спекания).
4. Напыление (термическое, электронно-лучевое, магнетронное). Понятие об эпитаксии.
5. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
6. Ионная имплантация.
7. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе.
8. Литография и нанолитография. Пучковые методы нанолитографии: электронная, ионная, рентгеновская.
9. Напыление пленок со структурным несоответствием свойств и их преобразование.
10. Понятие прекурсора, возможные преимущества, требования к прекурсорам.
11. Основные принципы – стадии подхода к выбору и дизайну прекурсоров – МОС с молекулярным строением.
12. Типы прекурсоров, примеры реакций синтеза наноматериалов. Пути синтеза прекурсоров с заданной – равной летучестью.
13. Методы оценки стерических затруднений и межмолекулярных контактов
14. Сравнительная оценка экранирующей способности основных типов лигандов.
15. Парообразование бета-дикетонатов металлов. Лантаноиды. Примеры использования для синтеза наноматериалов.
16. Особенности парообразования алкоксидов. Примеры использования для синтеза наноматериалов.
17. Особенности парообразования циклопентадиенильных координационных соединений – прекурсоров. Примеры использования для синтеза наноматериалов.
18. Галогениды, гидриды. Примеры использования для синтеза наноматериалов.
19. Химические транспортные реакции. Принцип метода. Примеры
20. Общая характеристика метода химического осаждения из газовой фазы (Определение, схема процесса, основные параметры)
21. Стадии CVD процесса. Влияние газовой фазы на протекание процесса.
22. Преимущества и недостатки метода. Классификация методов CVD.
23. Функциональные элементы CVD установок. Область применения метода CVD. CVD реактор для непрерывного синтеза многослойных материалов.
24. Классификация методов нанесения неорганических покрытий
25. Холодное газодинамическое напыление (функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).
26. Электродуговая металлизация функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).
27. Газопламенное напыление (функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).
28. Плазменное напыление (функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).
29. Детонационное напыление (функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).
30. Вакуумно–конденсационное напыление (функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).
31. Получение наноматериалов при лазерном испарении атомов (абляции)
32. Получение наночастиц путем термического разложения твердого вещества
33. Морфология и свойства сенсорных наноматериалов.
34. Свойства карбида кремния, особенности строения. Синтез карбида кремния.

35. Методы получения микропористых материалов.
36. Механическое, ультразвуковое и детонационное измельчение.
37. Напыление (термическое, электронно-лучевое, магнетронное). Понятие об эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
38. Проблемы и достижения нанотехнологии в создании материалов, приборов, устройств и машин на современном этапе.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4 Структура и примеры билетов для итогового контроля (зачет с оценкой)

Зачет с оценкой по дисциплине **«Газофазные технологии наноматериалов»** включает контрольные вопросы по всем модулям учебной программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным модулям. Ответы на вопросы **зачета с оценкой** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

<i>«Утверждаю»</i> И.о. зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии Королева М.Ю.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» Магистерская программа – «Химическая технология Профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» Квалификация «бакалавр»
	Газофазные технологии наноматериалов
Билет № 1 1. Основные принципы – стадии подхода к выбору и дизайну прекурсоров – МОС с молекулярным строением. 2. Холодное газодинамическое напыление (функциональная схема процесса, основные параметры, достоинства и недостатки).	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.
2. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева - 2010, - 152 с.
3. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности, ИД Интеллект, 2011 г., 568 с.

Б. Дополнительная литература

1. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы [Текст] : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.

2. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / В. В. Старостин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с..

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
3. Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172
4. Журнал «Химическая технология», ISSN 1684-5811
5. Журнал «Журнал неорганической химии», ISSN 0044-457X
6. Журнал «Успехи в химии и химической технологии», ISSN 1506-2017
7. Журнал «Chemical Vapor Deposition», ISSN: 1521-3862
8. ACS Nano Print Edition ISSN: 1936-0851, Web Edition ISSN: 1936-086X
9. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com, www.scopus.com.
10. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org>
11. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
12. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
13. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов»);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления

образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

– Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

– Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс *«Газофазные технологии наноматериалов»* включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого модуля заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 10 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ, лабораторных работ и реферативно-аналитических работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов заканчивается контролем его освоения в форме 3 контрольных работ (максимальная оценка 10 баллов за каждую контрольную работу) и зачетом с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Газофазные технологии наноматериалов»*, является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области разработки и производства наноматериалов.

На первом вводном занятии при общем рассмотрении способов получения наночастиц и наноматериалов следует особое внимание уделить использованию для этой газофазных процессов и методов. При этом необходимо подчеркнуть роль правильного выбора процесса получения для обеспечения высоких функциональных характеристик получаемого наноматериала и экономической целесообразности процесса.

При рассмотрении физических методов получения наноматериалов следует показать ключевые особенности различных групп методов с особым акцентом на функциональные и экономические характеристики данных методов. При рассмотрении текущего технологического состояния физических газофазных методов получения

наноматериалов обязательно должны быть показаны перспективы их дальнейшего развития.

При рассмотрении химических методов получения наноматериалов ключевое место следует отвести преимуществам и недостаткам различных типов прекурсоров, а также методологии физико-химического дизайна молекулярных прекурсоров. Необходимо показать, как отличия химических методов получения от физических определяет технологические ниши, конкретными методами.

В ходе рассмотрения всех разделов курса основной задачей преподавателя является дать студентам представление о возможностях практического использования газофазных процессов получения наноматериалов, способах управления морфологическими и функциональными характеристиками получаемых наноматериалов и перспективах развития новых методов и технологий.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок строительных материалов.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Газофазные процессы получения наноматериалов» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Перечень оборудования: вытяжные шкафы, химическая посуда, реактивы, общелабораторное оборудование (весы аналитические, сушильные шкафы, вакуум-сушильные шкафы, колбонагреватели, ротационные испарители, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, рН-метры, кондуктометры) и специализированное оборудование для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и наноструктурированных систем, в том числе планетарная микромельница, спектрофотометр в УФ и видимой области, синхронный термический анализатор, анализатор размера и дзета-потенциала частиц, анализатор стабильности дисперсных систем, ротационный вискозиметр (реометр).

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомог	Да

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams		перехода на обновлённую версию продукта)	ательное ПО)	
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Физические методы получения наноматериалов	Знает: физико-химические основы методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; основные физические и химические методы получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе и перспективы их применения; основные технологические операции и оборудование для получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; требования к качеству сырья и получаемых продуктов для различных методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; Умеет: выбирать необходимый метод синтеза	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за реферативно-аналитическую работу №1. Оценка за зачет

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	наночастиц и получения наноматериалов в газовой фазе с учетом требований к качеству продукта и экономических показателей; оптимизировать параметры выбранного метода синтеза под конкретные цели и задачи; Владеет: навыками анализа научно-технической литературы в области методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.	
Раздел 2. Химические методы получения наноматериалов	Знает: – физико-химические основы методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; – основные физические и химические методы получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе и перспективы их применения; – основные технологические операции и оборудование для получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; – требования к качеству сырья и получаемых продуктов для различных методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; Умеет: – выбирать необходимый метод синтеза наночастиц и получения наноматериалов в газовой фазе с учетом требований к качеству продукта и экономических показателей; – оптимизировать параметры выбранного метода синтеза под конкретные цели и задачи; Владеет: – навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; – навыками анализа научно-технической литературы в области методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за реферативно-аналитическую работу №2. Оценка за лабораторную работу №1, №2 Оценка за зачет
Раздел 3. Комбинированные и иные методы	Знает: – основные физические и химические методы получения наночастиц и	Оценка за контрольную работу № 3.

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
получения наноматериалов	наноматериалов в газовой фазе и перспективы их применения; – основные технологические операции и оборудование для получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; – требования к качеству сырья и получаемых продуктов для различных методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе; Умеет: – выбирать необходимый метод синтеза наночастиц и получения наноматериалов в газовой фазе с учетом требований к качеству продукта и экономических показателей; – оптимизировать параметры выбранного метода синтеза под конкретные цели и задачи; Владеет: – навыками анализа научно-технической литературы в области методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.	Оценка на зачете

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных
композиционных материалов»**

**Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Профиль подготовки - «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.ф-м.н. профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии
М.Н. Филипповым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

« 14 » мая 2025 г., протокол № 11

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся знаний о сканирующей зондовой микроскопии, изучение ее теоретических основ, принципов работы и возможности использования для решения актуальных задач нанотехнологии и наноматериалов.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение принципов работы и устройства сканирующего зондового микроскопа;
- формирование системных знаний в области методов сканирующей зондовой микроскопии;
- изучение возможностей использования методов сканирующей зондовой микроскопии в различных областях наноматериалов, выработка на этой основе системного подхода к постановке и выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач.

Дисциплина **«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** при подготовке бакалавров по направлению 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов, бакалаврская программа – Материаловедение и технологии материалов наноматериалов и наносистем, направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-4.2 Умеет выбирать методы исследования основных типов наноматериалов, анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-4.3. Владеет основными методами анализа и контроля	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;		качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа	ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства

группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;	научно-технической документации	области наноматериалов и наносистем	наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

знать:

- классификацию методов сканирующей зондовой микроскопии;
- устройство и принцип работы и физические основы сканирующих зондовых микроскопов;
- принципы реализации атомарного разрешения в сканирующих зондовых микроскопах;
- общие представления о разрешающей способности различных видов;
- возможности и области применения методов СЗМ для исследования наноматериалов;

уметь:

- анализировать изображения и данные, полученные различными методами СЗМ;
- корректно определять морфологию нанообъектов и наноматериалов;
- использовать стандартные методики СЗМ для анализа наноматериалов;
- формулировать технические требования к объектам исследования;

владеть:

- навыками обработки изображений, полученных различными методами СЗМ;
- принципами проведения эксперимента на современных приборах сканирующей зондовой микроскопии;
- методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам сканирующей зондовой микроскопии.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Контактная работа – Аудиторные занятия:	1,33	48
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Самостоятельная работа (СР):	1,67	60
Контактная самостоятельная работа	1,00	0,2
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		59,8
Вид контроля: зачет	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Контактная работа – Аудиторные занятия:	1,33	36
Лекции (Лек)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
Самостоятельная работа (СР):	1,67	45
Контактная самостоятельная работа	1,00	0,15
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		44,85
Вид контроля: зачет	-	-

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	Лек	ПР	СРС
1	Современные методы визуализации наноматериалов	56	8	20	28
1.1	Современные методы визуализации наноматериалов	3	1	2	-
1.2	Введение в СЗМ	3	1	2	-
1.3	Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).	14	2	4	8
1.4	Атомно-силовая микроскопия	20	2	6	12
1.5	Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия	16	2	6	8
2	Возможности СЗМ	20	4	6	10
2.1	Другие виды СЗМ	6	2	2	2
2.2	Возможности СЗМ	14	2	4	8
3	Применение СЗМ	32	4	6	22
3.1	Применение СЗМ для исследования основных классов наноматериалов	26	2	2	22
3.2	Исследование биологических объектов с помощью СЗМ	3	1	2	-
3.3	Современные приборы и методы СЗМ	3	1	2	-
	Зачёт	-	-	-	-
	Всего часов	108	16	32	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Основы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ)

Раздел 1.1 Современные методы визуализации наноматериалов.

Современные методы визуализации и исследования нанообъектов и наноматериалов. Понятия разрешающей способности и дифракционного предела. Атомарное разрешение в современных методах исследования. Сравнение основных микроскопических методов (оптические, электронные, зондовые). Преимущества, недостатки и области применения сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

Раздел 1.2. Введение в СЗМ.

История СЗМ. Устройство и принцип работы сканирующих зондовых микроскопов. Основные элементы СЗМ. Сканеры. Система обратной связи. Зондовые датчики. Принцип формирования изображения в СЗМ. Защита от внешних воздействий. Классификация методов СЗМ. Сравнение разрешающей способности различных видов СЗМ.

Раздел 1.3. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).

Физические основы СТМ. Электронные структуры твердого тела и его поверхности. Туннельный эффект. Технические основы СТМ. Конструкции сканирующих туннельных микроскопов. Режимы работы СТМ. Метод постоянной тока. Метод

постоянной высоты. Метод отображение работы выхода. Реализация атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе. Ограничения СТМ. Реализация атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе. Подготовка поверхности твердых тел для СТМ исследований.

Раздел 1.4. Атомно-силовая микроскопия (АСМ).

Силовое взаимодействие зондового датчика и образца. Потенциал Леннарда-Джонса. АСМ зонды: виды, способы изготовления, основные параметры. Конструкция АСМ. Способы регистрации отклонения кантилевера. Режимы работы АСМ. Контактная атомно-силовая микроскопия- метод постоянной высоты, метод постоянной силы, контактный метод рассогласования. Недостатки контактной АСМ. Полуконтактная атомно-силовая микроскопия. Преимущества и недостатки полуконтактной АСМ. Кривые зависимости силы от расстояния. Латеральное взаимодействие зонда и образца. Микроскопия латеральных сил. Разрешающая способность АСМ. Бесконтактная АСМ. Возможности бесконтактной АСМ. Использование органических молекул в качестве зондов для СЗМ. Нанотрубки – датчики СЗМ.

Раздел 1.4. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ).

Теоретические основы СБОМ. Эффективное преодоление оптического дифракционного предела. Зонды СБОМ: типы, изготовление. Конструкции ближнепольных оптических микроскопов. Контроль расстояния между зондом и поверхностью. Реализация системы обратной связи. Разрешающая способность СБОМ. Режимы работы и виды СБОМ. Конфигурация СБОМ с модулем ИК-Фурье.

Раздел 2 Возможности СЗМ.

Раздел 2.1. Другие виды СЗМ.

Микроскопия сил трения. Метод модуляции силы. Многопроходные методики работы СЗМ. Электросиловая микроскопия. Сканирующая емкостная микроскопия. Метод зонда Кельвина. Магнитная силовая микроскопия (МСМ). Принцип работы СЗМ в режиме МСМ. Квазистатические методики МСМ. Колебательные методики МСМ. Зондовые датчики для МСМ. Литография в СЗМ. СТМ, АСМ литография. Анодно-окислительная литография.

2.2. Возможности СЗМ.

Преимущества и недостатки СЗМ. Стандарты СЗМ. Искажение изображения сканером. Искажения, связанные с зондовым датчиком. Искажения, связанные режимом работы СЗМ. Калибровка СЗМ. Принципы корректировки изображений СЗМ. Возможности атомно-силовой микроскопии в определении формы и размеров наночастиц металлов и их соединений. Методики восстановления реальной геометрии объектов исследования АСМ. Возможность проведения неразрушающих исследований с помощью АСМ.

Раздел 3 Применение СЗМ

Раздел 3.1. Применение СЗМ для исследования основных классов наноматериалов.

Атомарное разрешение, достигнутое с помощью СТМ. Применение МСМ. Применения ближнепольной оптики. Исследование водородных связей. Определение размеров и формы наночастиц. Исследования морфологии и локальных свойств полимерных материалов. Исследования магнитных наночастиц и структур методом МСМ. Вычисление адгезионных сил методом АСМ. Возможности и перспективы АСМ в исследовании синтетических химических волокон. Исследование надмолекулярной

структуры полимеров и композитов. Использование СЗМ для исследования морфологии и процессов роста.

Раздел 3.2. Исследование биологических объектов с помощью СЗМ.

Использование СЗМ в различных средах. Возможности СЗМ для исследования объектов в жидких средах. Принципы приготовления биологических объектов для исследования с помощью СЗМ. Возможности в исследовании белковых молекул с помощью СЗМ. Изучение ДНК. Исследования вирусов и бактерий. Исследование адгезионных взаимодействий.

Раздел 3.3. Современные приборы и методы СЗМ.

Основные производители сканирующих зондовых микроскопов. Формат данных в СЗМ. Варианты визуализации СЗМ изображений. Количественный анализ СЗМ изображений. Статистический анализ изображений, полученных с помощью СЗМ.

5 СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	Знать:			
1	классификацию методов сканирующей зондовой микроскопии	+	-	-
2	устройство, принцип работы и физические основы сканирующей зондовой микроскопии	+	-	-
3	принципы реализации атомарного разрешения в сканирующих зондовых микроскопах	+	+	+
4	возможности и области применения методов СЗМ для исследования наноматериалов и функциональных материалов	+	+	+
5	общие представления о разрешающей способности различных видов	+	+	+
	Уметь:			
6	анализировать изображения и данные, полученных различными методами СЗМ	-	+	+
7	корректно определять морфологию нанообъектов и наноматериалов	-	-	+
8	формулировать технические требования к объектам исследования	-	+	+
9	использовать стандартные методики СЗМ для анализа наноматериалов;	+	+	+
	Владеть:			
10	навыками обработки изображений, полученных различными методами СЗМ	-	+	+
11	принципами проведения эксперимента на современных приборах сканирующей зондовой микроскопии	-	+	+
12	методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам сканирующей зондовой микроскопии	+	+	+
	Код и наименование ПК			
13	ПК-4 Способен использовать знания основных типов	+	+	+

	наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов			
14	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов, профиль – Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине *«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* в объеме 32 часов. Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных обучающимся на лекциях, и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

В рамках практических занятий магистры посещают научные центры и центры коллективного пользования, где знакомятся с устройством и принципом работы сканирующих зондовых микроскопов.

Примерный перечень практических занятий

№	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	- Знакомство с программными модулями для СЗМ. - Сравнение и анализ изображений, полученных с помощью сканирующей зондовой микроскопии, просвечивающей зондовой микроскопии, сканирующей электронной микроскопии. - Методика проведения экспериментов методом АСМ.	20
2	Раздел 2	- Преимущества и недостатки сканирующей зондовой микроскопии. Принципы анализа и описания данных полученных с помощью СЗМ. - Количественный анализ данных СЗМ.	6
3	Раздел 3	- Возможности современных методов сканирующей зондовой микроскопии. Применение СЗМ в изучении наноматериалов. - Исследование биологических объектов методами СЗМ.	6

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине *«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «**Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов**» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 60 часов (1,67 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

Форма самостоятельной работы студентов	Объем часов
Подготовку к контрольным работам и зачету по материалу лекционного курса	20
Анализ и усвоение материала, пройденного на лекциях и практических занятиях	20
Работа с учебной и научной литературой, включая работу с электронно-библиотечными системами, научными журналами из баз РИНЦ, Scopus и Web of Science.	10
Посещение тематических выставок и конференций	10

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Список контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов (по 20 баллов за каждую работу).

Раздел 1. Контрольная работа №1

Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 10 тестовых и 1 открытого вопроса.

Примеры тестовых вопросов (студентам предлагается сделать выбор из 4х вариантов ответов, вариантов ответов может быть более одного):

1. Что такое система обратной связи в СЗМ?
2. Что такое обратный пьезоэффект?
3. Что такое прямой пьезоэффект?
4. Какова зависимость силы туннельного тока от туннельного барьера (расстояния между иглой и образцом)?
5. В каком режиме работы СТМ получают атомарное разрешение?
6. В какой среде невозможно проводить измерения методом СЗМ?
7. Какое основное физическое явление лежит в основе СТМ?
8. Какой из зондовых датчиков пригоден для сканирующей ближнепольной оптической микроскопии?
9. Какой из зондовых датчиков пригоден для СТМ?
10. Какова величина области ближнего поля в СБОМ?

Примеры открытых вопросов:

1. Что определяет разрешение в АСМ, а что в СТМ? Основные ограничения.
2. Какие предельные разрешения достигнуты сегодня в мире при помощи АСМ, СТМ и СБОМ? Принцип подготовки образцов для получения атомарного разрешения.
3. Какие конструкции сканеров применяются в СЗМ? Каковы их преимущества и недостатки?
4. Перечислите силы, возникающие между зондом и образцом.
5. Опишите режимы работы АСМ в зависимости от силы взаимодействия «зонд- образец».
6. Каковы преимущества и недостатки различных режимов работы АСМ?
7. Технология производства АСМ-зондов.
8. Методика изготовления зондовых датчиков для СТМ.

Раздел 2. Контрольная работа №2

Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 10 тестовых и 1 открытого вопроса.

Примеры тестовых вопросов (студентам предлагается сделать выбор из 4х вариантов ответов, вариантов ответов может быть более одного):

1. Что такое “tipimaging”или эффект игольной свертки?
2. Как часто следует перекалибровывать сканер микроскопа?
3. Какая из методик АСМ не дает представление об электрофизических характеристиках поверхности?
4. Что главным образом определяет разрешение в СТМ?
5. Какие кантилеверы должны быть выбраны для проведения магнитно-силовой микроскопии?
6. Какие жидкости пригодны для исследования с помощью СЗМ?
7. Каким методом невозможно оценить шероховатость поверхности.
8. Что главным образом определяет разрешение в СТМ?
9. Какое основное физическое явление лежит в основе СТМ?
10. Как зонд подводится на расстояние нескольких ангстрем к поверхности?

Примеры открытых вопросов:

1. Принцип реализации анодно-окислительной литографии.
2. Преимущества и недостатки СЗМ-литографии.
3. Опишите основные принципы калибровки сканирующего зондового микроскопа.
4. Что определяет разрешение в МСМ? Какие предельные разрешения достигнуты сегодня в мире при помощи МСМ?
5. Технология производства МСМ-зондов.
6. Исследование биологических образцов методом СЗМ.
7. Принципы корректировки изображений СЗМ.

Раздел 3. Контрольная работа №3

Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 10 тестовых и 1 открытого вопроса.

Примеры тестовых вопросов (студентам предлагается сделать выбор из 4х вариантов ответов, вариантов ответов может быть более одного):

1. Основное отличие квазистатических и колебательных методик МСМ.
2. Наногравировку (СЗМ литография) проводят с помощью?
3. Наночеканку (СЗМ литография) проводят с помощью?
4. Что такое «Shear-force»?
5. На каком из СЗМ нельзя достичь разрешения в 10 нм?
6. Из чего изготавливают зонды для СБОМ?
7. Какие методы (методики) СЗМ дают представление об электрофизических характеристиках образцов.
8. Какой из зондовых датчиков пригоден для сканирующей ближнепольной оптической микроскопии?
9. Какой из зондовых датчиков пригоден для СТМ?
10. Какова величина области ближнего поля в СБОМ?

Примеры открытых вопросов:

1. Применение МСМ. Исследования магнитных наночастиц и структур методом МСМ.
2. Применение ближнепольной оптики.
3. Исследование водородных связей. Исследования морфологии и локальных свойств полимерных материалов.
4. Вычисление адгезионных сил методом АСМ. Возможности и перспективы АСМ в исследовании синтетических химических волокон. Технология производства МСМ-зондов.
5. Исследование надмолекулярной структуры полимеров и композитов. Использование СЗМ для исследования морфологии и процессов роста.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет).

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов. Зачет состоит из двух вопросов, каждый из которых оценивается в 20 баллов

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Режимы работы АСМ. Контактная атомно-силовая микроскопия. Недостатки контактной АСМ.
2. Полуконтактная и бесконтактная атомно-силовая микроскопия. Преимущества бесконтактной и полуконтактной АСМ.
3. Преимущества и недостатки СЗМ. Искажение изображения сканером. Искажения, связанные с зондовым датчиком. Принципы корректировки изображений СЗМ
4. Преимущества и недостатки СЗМ. Искажения, связанные режимом работы СЗМ. Калибровка СЗМ. Возможности определения геометрических размеров с помощью СЗМ.

5. Туннельный эффект. Технические основы СТМ. Режимы работы СТМ. Метод постоянного тока. Метод постоянной высоты.
6. Реализация атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе. Преимущества и ограничения СТМ.
7. Теоретические основы СБОМ. Эффективное преодоление оптического дифракционного предела. Зонды СБОМ. Разрешающая способность СБОМ. Конструкции ближнепольных оптических микроскопов.
8. Современное применение методов СЗМ. Атомарное разрешение, достигнутое с помощью СТМ, АСМ и СБОМ.
9. Многопроходные методики работы СЗМ. Магнитно-силовая микроскопия.
10. Литография в СЗМ. СТМ, АСМ литография. Преимущества и недостатки СЗМ литографии.

8.3. Структура и пример билетов для зачета

Зачет по дисциплине **«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов, относящихся к разным разделам дисциплины. Вопросы билета предусматривают развернутые ответы обучающегося по обозначенной тематике. Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов следующим образом: каждый вопрос – по 20 баллов.

Пример билета:

«УТВЕРЖДАЮ» Руководитель программы _____ М.Ю. Королева “ ____ ” _____ 20__ г.	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА» Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем
КАФЕДРА НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИИ «Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов» Билет № 1 1. Режимы работы АСМ. Контактная атомно-силовая микроскопия. Недостатки контактной АСМ. 2. Современное применение методов СЗМ. Атомарное разрешение, достигнутое с помощью СТМ, АСМ и СБОМ.	

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Корнилов, В.М. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие / В.М. Корнилов, А.Ф. Галиев. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49585> (дата обращения: 22.04.2022).

2. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — ISBN 978-5-94836-121-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73017> (дата обращения: 22.04.2022). — 376 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гаврилова, Н. Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 51 с.

2. Поленов Ю. В., Егорова Е. В. Физико-химические основы нанотехнологий: учебник — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-4113-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207023> (дата обращения: 22.04.2022). — С. 145.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Интернет-сайт компании «НТ-МДТ»: <http://www.ntmdt.ru>
2. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

- компьютерные презентации лекций и семинаров – 8, (общее количество слайдов – более 150; количество демонстрационных роликов – 15);
- образцы наноматериалов, пригодные для исследования с помощью сканирующей зондовой микроскопии – более 10;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 30);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 30).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «**Материаловедение и технологии материалов**»);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

– Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

– Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебная дисциплина *«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение информацией из научной и учебной литературы, приведенной в разделах основная и дополнительная литература. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Изучение материала разделов заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая. .

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и на зачете. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине **«Зондовая микроскопия для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»**, является выработка у студента понимания принципов и возможности использования методов сканирующей зондовой микроскопии для исследования наноматериалов.

С целью более эффективного усвоения студентом материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных и практических занятий использовать конкретные примеры исследования наноматериалов с помощью различных методов сканирующей зондовой микроскопии.

На первом вводном лекционном занятии преподавателю необходимо уделить внимание:

- современным методам анализа, использующимся для анализа и визуализации наноматериалов;
- преимуществам и недостатками сканирующей зондовой микроскопии по сравнению с другими методами анализа;
- разнообразию методов сканирующей зондовой микроскопии;
- общим представлениям о разрешающей способности сканирующей зондовой микроскопии.
- областям применения методов сканирующей зондовой микроскопии.

В разделе «Основы сканирующей зондовой микроскопии» рекомендуется подробно рассмотреть каждый из основных методов СЗМ: сканирующую туннельную микроскопию, атомно-силовую микроскопию и сканирующую ближнепольную оптическую микроскопию. Начать рекомендуется с исторически первого метода - СТМ. В каждом методе необходимо уделить внимание: конструкции прибора, типу зондового датчика, преимуществам, ограничениям, режимам работы, разрешающей способности и областям применения метода.

В разделе «Возможности СЗМ» следует уделить внимание многопроходным методикам СЗМ, методам, позволяющим исследовать электрофизические и магнитные характеристики образцов. Обязательно выделить возможности и ограничения таких методов. Кроме того, рекомендуется подробно рассмотреть преимущества и недостатки СЗМ и методы борьбы с ними. У магистрантов должно быть представление о принципах формирования изображения, а также искажениях в СЗМ, вызванных различными факторами: сканер, зондовый датчик, внешние помехи и пр.

В разделе «Применение СЗМ» необходимо подробно рассмотреть максимальное разрешение, достигнутое с помощью различных методов СЗМ, а также их возможности и перспективы для исследования различных нанообъектов. Уделить внимание формату данных, количественному и статистическому анализу в СЗМ. Важно рассмотреть аспекты визуализации и статистической обработки СЗМ данных. Кроме того, необходимо сфокусировать внимание на «непопулярных» областях применения СЗМ.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок, связанных с тематикой дисциплины.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем

дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708372 изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Композиционные материалы» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath		подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)		
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ)	Знает: - классификацию методов сканирующей зондовой микроскопии; - устройство и принцип работы и физические основы сканирующих зондовых микроскопов; - общие представления о разрешающей способности различных видов сканирующих зондовых микроскопов; - принципы реализации атомарного разрешения в сканирующих зондовых микроскопах; - принцип и режимы работы различных видов сканирующих зондовых микроскопов. Умеет: - использовать стандартные методики СЗМ для анализа наноматериалов. Владеет: - методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам сканирующей зондовой микроскопии.	Оценка за КР №1 Контрольная работа № 1. Оценка на экзамене
Раздел 2. Возможности СЗМ	Знает: - общие представления о разрешающей способности различных видов сканирующих зондовых микроскопов; - принципы реализации атомарного разрешения в сканирующих зондовых микроскопах; - принцип и режимы работы различных видов сканирующих зондовых микроскопов. Умеет: - анализировать изображения и данные, полученных различными методами СЗМ; - формулировать технические требования к объектам исследования. - использовать стандартные методики СЗМ для анализа наноматериалов. Владеет: - навыками обработки изображений, полученных различными методами СЗМ - принципами проведения эксперимента на современных приборах сканирующей зондовой микроскопии. - методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам сканирующей зондовой микроскопии.	Оценка за КР №2 Контрольная работа № 2. Оценка на экзамене

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 3. Применение СЗМ	Знает: - общие представления о разрешающей способности различных видов сканирующих зондовых микроскопов; - принципы реализации атомарного разрешения в сканирующих зондовых микроскопах; - принцип и режимы работы различных видов сканирующих зондовых микроскопов. Умеет: - анализировать изображения и данные, полученных различными методами СЗМ; - корректно определять морфологию нанообъектов и наноматериалов; - использовать стандартные методики СЗМ для анализа наноматериалов; - формулировать технические требования к объектам исследования. Владеет: - навыками обработки изображений, полученных различными методами СЗМ - принципами проведения эксперимента на современных приборах сканирующей зондовой микроскопии. - методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам сканирующей зондовой микроскопии.	Оценка за доклад Оценка на экзамене.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерная и компьютерная графика»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры инженерного проектирования технологического оборудования, доцентом В.Р. Киракосяном.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева «___» _____ 2025 г., протокол №___

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Дисциплина **«Инженерная и компьютерная графика»** относится к обязательной части (Б1.О.) дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по основным плоским и пространственным геометрическим фигурам, изучаемым в школьном курсе геометрии и выполнению чертежей простейших геометрических моделей.

Цель дисциплины – научить студентов способам отображения пространственных форм на плоскости, выполнению и чтению чертежей методами компьютерной графики и правилам и условностям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

Задачи дисциплины:

- развитие пространственного представления, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и соотношений между ними;
- изучение способов конструирования различных технических изделий, способов получения их чертежей на уровне графических моделей;
- изучение способов выполнения чертежей методами компьютерной графики.

Дисциплина **«Инженерная и компьютерная графика»** преподается в первом и втором семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение прикладных знаний	ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными	ОПК-7.1 Демонстрирует знание требований стандартов, норм и правил к оформлению нормативно-технической документации (ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД) и умение выполнять чертежи простых объектов ОПК-7.3 Проводит проектно-конструкторские и расчетные работы, связанные с профессиональной деятельностью

	документами в соответствующей отрасли	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- виды изделий и конструкторских документов;
- основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.

Уметь: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;

- выполнять и читать схемы технологических процессов;
- использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.

Владеть:

- способами и приемами изображения предметов на плоскости;
- графической системой «Компас».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	3	108	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	1,33	48	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
Лекции	0,44	16	0,44	16		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
Самостоятельная работа	2,78	100	1,67	60	1,11	40
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	2,78	0,8	1,67	0,4	1,11	0,4
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,2				0,2
Курсовая работа		17,8				17,8
Подготовка к контрольным работам		36		18		18
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		45,2		41,6		3,6
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой, курсовая работа	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	135	3	81	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60	1,33	36	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
Лекции	0,44	12	0,44	12		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
Самостоятельная работа	2,78	75	1,67	45	1,11	30
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	2,78	0,6	1,67	0,3	1,11	0,3
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,15				0,15
Курсовая работа		13,35				13,35
Подготовка к контрольным работам		27		13,5		13,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		33,9		31,2		2,7
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой, курсовая работа	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академических часов				
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. Зан.	В т.ч. в форме пр.подг.	Сам. работа
1-й семестр						
	Введение.	2	1	-	-	1
1.	Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.	12	-	6	4	6
1.1	Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ.	5	-	2	-	3
1.2	Геометрические построения.	7	-	4	4	3
2.	Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.	31	7	6	4	18
2.1	Метод проекций.	3	1	-	-	2
2.2	Прямые линии.	3	1	-	-	2
2.3	Плоскость.	3	1	-	-	2
2.4	Кривые линии.	3	1	-	-	2
2.5	Поверхности.	3	1	-	-	2
2.6	Симметрия геометрических фигур.	2,5	0,5	-	-	2
2.7	Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры.	3	1	-	-	2
2.8	Пересечение геометрических образов.	10,5	0,5	6	4	4
3.	Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.	63	8	20	18	35
3.1	Изображения.	17	2	6	6	9
3.2	Наклонные сечения геометрических тел.	15	2	6	6	7
3.3	Аксонметрические чертежи изделий.	16	1	8	6	7

3.4	Виды изделий и конструкторских документов.	5	1			4
3.5	Схемы.	5	1			4
3.6	Резьбы.	5	1			4
	Итого в 1-ом семестре	108	16	32	26	60
2-й семестр						
4.	Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.	29	-	14	12	15
4.1	Правила выполнения схем.	7	-	4	4	3
4.2	Эскизы и технические рисунки деталей.	10	-	6	4	4
4.3	Резьбовые изделия и соединения.	6	-	2	2	4
4.4	Изображения соединений деталей.	6	-	2	2	4
5.	Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.	29	-	14	10	15
5.1	Чертежи сборочных единиц.	16	-	8	6	8
5.2	Детализирование чертежей сборочных единиц.	13	-	6	4	7
6.	Раздел 6. Компьютерная графика.	14	-	4	4	10
6.1	Компьютерная графика и решаемые ею задачи.	7	-	2	2	5
6.2	Современные стандарты компьютерной графики.	7	-	2	2	5
	Итого во 2-м семестре	72	-	32	26	40
	Всего часов	180	16	64	52	100

4.2 Содержание разделов дисциплины

1-й семестр

Введение. Предмет и методы инженерной и компьютерной графики. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра.

Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.

1.1. Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Форматы: размеры и обозначение основных и дополнительных форматов. Расположение форматов. Масштаб: натуральный масштаб, стандартные масштабы уменьшения и увеличения. Линии: типы и толщина линий. Шрифт: типы и размеры шрифтов. Основные надписи графических и текстовых документов.

1.2. Геометрические построения. Сопряжения: основные виды и правила выполнения. Уклоны и конусности: расчет и правила нанесения на чертеже. Деление окружности на равные части. Нанесение выносных и размерных линий на чертеже.

Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.

2.1. Метод проекций. Виды проецирования. Центральное проецирование: центр проецирования, плоскость проекций, проецирующие лучи, проекции. Свойства центрального проецирования. Достоинства и недостатки центрального проецирования.

Параллельное проецирование. Направление проецирующих лучей. Свойства параллельного проецирования. Проецирование косоугольное и прямоугольное (ортогональное). Свойства ортогонального проецирования. Образование комплексного чертежа (эпюра Монжа). Ортогональный чертеж точки. Координаты точки. Построение точки по ее координатам.

2.2. Прямые линии. Способы задания прямой на чертеже. Классификация прямых по расположению относительно друг друга: прямые пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся. Классификация прямых относительно плоскостей проекций: прямые общего и частного положения – прямые уровня и проецирующие. Принадлежность точки прямой. Теорема о проецировании прямого угла.

2.3. Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций: плоскости общего и частного положения – проецирующие и уровня. Принадлежность точки и прямой плоскости.

2.4. Кривые линии. Классификация кривых: циркульные и лекальные, закономерные и не закономерные. Порядок кривой линии. Плоские кривые линии второго порядка: эллипс, парабола, гипербола. Пространственные кривые: цилиндрическая и коническая винтовые линии.

2.5. Поверхности. Образование и задание поверхностей на чертеже (кинематический и каркасный способы). Понятие об определителе поверхности. Классификация поверхностей: линейчатые и нелинейчатые, поверхности вращения, поверхности с двумя направляющими и плоскостью параллелизма. Винтовые поверхности. Характерные линии поверхностей вращения: меридианы, главный меридиан, параллели, экватор, горло. Принадлежность точки поверхности.

2.6. Симметрия геометрических фигур. Симметрия относительно плоскости, прямой, точки. Симметрия вращения, порядок оси симметрии.

2.7. Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры. Определение натуральной величины отрезка прямой способом прямоугольного треугольника и способом проецирования на дополнительную плоскость. Построение натуральной величины плоской фигуры.

2.8. Пересечение геометрических образов. Пересечение многогранников, многогранника с поверхностью вращения. Пересечение поверхностей вращения. Теорема о пересечении соосных поверхностей вращения. Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка: теорема Монжа и ее следствие.

Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.

3.1. Изображения. Виды изображений по ГОСТ: виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Основные виды. Главный вид, требования, предъявляемые к главному виду. Дополнительные и местные виды. Разрезы, классификация разрезов по расположению секущей плоскости относительно плоскостей проекций: разрезы вертикальные, горизонтальные и наклонные. Классификация разрезов по числу секущих плоскостей: разрезы простые и сложные – сложные ступенчатые и сложные ломаные разрезы. Совмещенные изображения. Местные разрезы. Сечения наложенные и вынесенные. Выносные элементы. Правила обозначения изображений.

3.2. Наклонные сечения геометрических тел. Построение проекций и натуральных величин геометрических тел. Наклонные сечения многогранников. Виды и правила построения сечений цилиндра. Зависимость вида наклонного сечения конуса от расположения секущей плоскости относительно оси конуса. Наклонные сечения шара. Правила построения наклонных сечений сочлененных тел.

3.3. Аксонометрические чертежи изделий. Образование аксонометрического чертежа. Первичная и вторичная проекции. Коэффициенты искажения аксонометрического чертежа. Переход от натуральных коэффициентов искажения к приведенным. Виды аксонометрии. Выполнение чертежей многоугольников и окружностей в прямоугольной и косоугольной (горизонтальной и фронтальной) изометриях. Аксонометрические чертежи геометрических тел. Разрезы в аксонометрии. Создание трехмерных моделей предметов. Создание ассоциативных чертежей на основе трехмерной модели.

3.4. Виды изделий и конструкторских документов. Виды изделий по ГОСТ: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Виды конструкторских документов: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификация, схема. Шифры конструкторских документов. Краткие сведения о строительных чертежах.

3.5. Схемы. Классификация схем по видам и типам. Обозначение схем.

3.6. Резьбы. Образование, классификация, изображение и обозначение резьб на чертеже.

2-й семестр

Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.

4.1. Правила выполнения схем. Структурные и технологические схемы. Схемы расположения.

4.2. Эскизы и технические рисунки деталей. Последовательность выполнения изображений детали: выбор главного изображения; определение необходимого количества изображений; подготовка поля чертежа к изображению детали; изображение основных внешних и внутренних очертаний детали. Обмер детали при выполнении ее эскиза с натуры. Оформление чертежей и эскизов деталей. Правила выполнения и оформления технических рисунков. Обозначения материалов.

4.3. Резьбовые изделия и соединения. Стандартные резьбовые изделия. Определение резьбы измерением. Соединения деталей болтом и шпилькой. Резьбовые трубные соединения. Цапковые соединения.

4.4. Изображения соединений деталей. Фланцевые соединения. Шлицевые и шпоночные соединения. Соединения штифтом и шплинтом. Неразъемные соединения деталей: сварка, пайка, склеивание, обвальцовка, развальцовка, соединение заклепкой.

Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.

5.1. Чертежи сборочных единиц. Правила выполнения и оформления сборочного чертежа: выбор главного изображения, определение количества изображений, нанесение номеров позиций, нанесение размеров (габаритные, установочные, присоединительные, эксплуатационные). Спецификация. Правила выполнения и оформления чертежа общего вида.

5.2. Детализирование чертежей сборочных единиц. Правила детализирования чертежей сборочных единиц. Выполнение чертежей и технических рисунков деталей.

Раздел 6. Компьютерная графика.

6.1. Компьютерная графика и решаемые ею задачи. Графические объекты, примитивы, атрибуты, синтез изображения. Представление видеоинформации и ее машинная генерация.

6.2. Современные стандарты компьютерной графики. Графические языки и метафайлы. Реализация аппаратных модулей графической системы. Основные графические алгоритмы на плоскости и в пространстве. Программные графические системы и их применение

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раз-дел 1	Раз-дел 2	Раз-дел 3	Раз-дел 4	Раз-дел 5	Раз-дел 6
	Знать:							
1.	способы отображения пространственных форм на плоскости;			+	+	+	+	
2.	правила и условности при выполнении чертежей;		+		+	+	+	
3.	виды симметрии геометрических фигур;			+	+			
4.	виды изделий и конструкторских документов;				+	+		
5.	основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.		+	+		+	+	+
	Уметь:							
6.	выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;		+	+	+	+	+	+
7.	выполнять и читать схемы технологических процессов;				+	+		
8.	использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.		+	+		+	+	+
	Владеть:							
9.	способами и приемами изображения предметов на плоскости;		+	+	+	+	+	+
10.	графической системой «Компас».		+	+		+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК						
11.	ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли	ОПК-7.1 Демонстрирует знание требований стандартов, норм и правил к оформлению нормативно-технической документации (ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД) и умение выполнять чертежи простых объектов	+	+	+	+	+	+
		ОПК-7.3 Проводит проектно-конструкторские и расчетные работы, связанные с профессиональной деятельностью	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
1-й семестр			
1	1.1	Общие правила выполнения чертежей.	2
2	1.2	Структура, графические примитивы и правила работы в графической системе «Компас».	2
3	3.1	Выполнение эскиза деревянной модели.	2
4	1.2	Выполнение чертежа плоской фигуры в графической системе «Компас».	2
5	3.3	Правила выполнения 3-D моделей.	2
6	3.1	Построение трех изображений металлической модели.	2
7	3.3	Выполнение 3-D модели предмета по описанию.	2
8	3.2	Построение проекций наклонного сечения на чертеже металлической модели.	2
9	3.2	Построение натуральной величины наклонного сечения.	2
10	3.3	Создание ассоциативного чертежа по трехмерной модели.	2
11	2.8	Выполнение 3-D модели с линиями перехода.	4
12	3.2	Создание ассоциативного чертежа по 3-D модели с линиями перехода.	2
2-й семестр			
13	4.1	Схемы. Выполнение схемы деления изделия на составные части.	2
14	4.1	Выполнение принципиальной технологической схемы в Компасе.	2
15	4.2	Выполнение эскизов деталей, входящих в сборочную единицу.	4
16	4.3	Выполнение чертежа соединения деталей болтом.	2
17	4.4	Выполнение чертежа соединения деталей шпилькой.	2
18	6.1 6.2	Выполнение 3-D моделей деталей, входящих во фланцевое соединение.	4
19	5.1	Выполнение 3-D модели фланцевого соединения.	4
20	5.2	Детализирование чертежа сборочной единицы (3-D модели).	4
21	5.1	Выполнение сечения сборочной единицы	2

Примерные темы графических работ

Графические работы охватывают 1 - 6 разделы дисциплины. Выполнение графических работ способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине, а также дает навыки работы в графической системе «Компас». За выполнение графических работ ставится по 30 баллов в каждом семестре. Количество работ может быть изменено. Количество баллов за каждую работу проставляется в зависимости от их трудоемкости.

№ п/п	Тема графической работы	Оценка
1-й семестр		
1	Чертеж плоского контура в Компасе	4
2	Эскиз модели	4
3	3-D модель и ассоциативный чертеж по наглядному изображению	4
4	3-D модель и ассоциативный чертеж по описанию	4
5	Чертеж металлической модели	5
6	Наклонное сечение металлической модели	5
7	3-D модель и ассоциативный чертеж с линиями перехода	4
2-й семестр		
8	Схема технологическая принципиальная	4
9	Чертеж соединения деталей болтом	4
10	Чертеж соединения деталей шпилькой	4
11	3-D модели деталей фланцевого соединения	5
12	3-D модель фланцевого соединения	4
13	3-D модели деталей, входящих в сборочную единицу	6
14	Сечение сборочной единицы	3

6.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- выполнение графических работ;
- выполнение курсовой работы;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 и 2 семестры) по дисциплине.

ТЕМА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.

Разработка конструкторской документации изделия.

№ п/п	Тема графической работы	Оценка
1	Схема деления изделия на составные части.	10
2	Эскизы и технические рисунки деталей.	40
3	Сборочный чертеж.	40
4	Спецификация	10

Выставляется отдельной оценкой (зачет).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными

источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

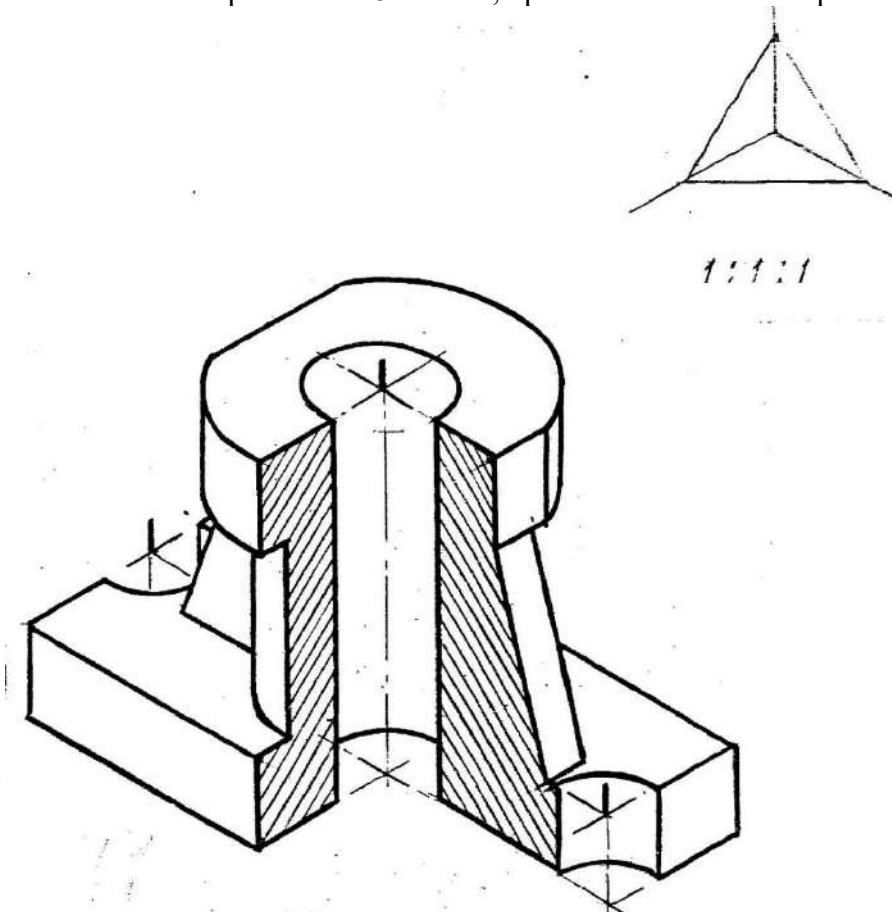
Совокупная оценка по дисциплине в каждом семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), графических работ (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Отдельно во втором семестре оценивается курсовая работа по баллам, полученным в семестре (максимальная оценка 100 баллов, зачет).

8.1.Примеры контрольных работ

1-й семестр

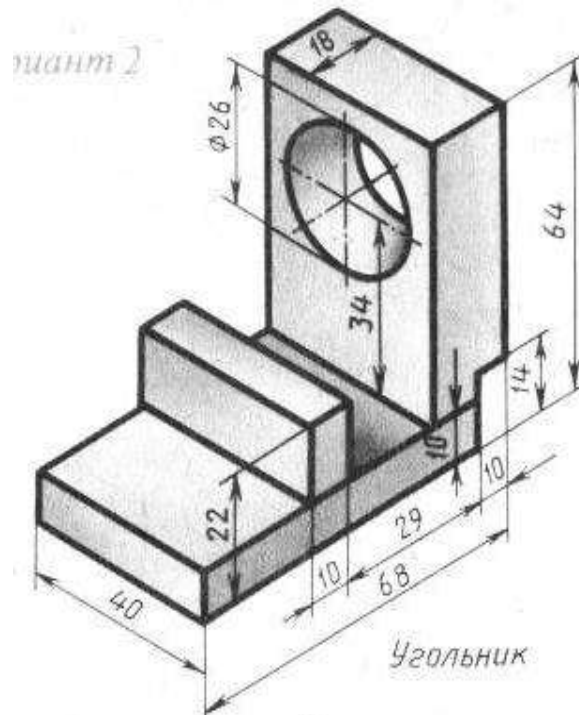
Контрольная работа № 1 «Выполнение чертежа в трех изображениях по заданной аксонометрии предмета»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: выбор главного изображения – 2 балла; правильное выполнение изображений – 5 баллов; правильное нанесение размеров – 3 балла.



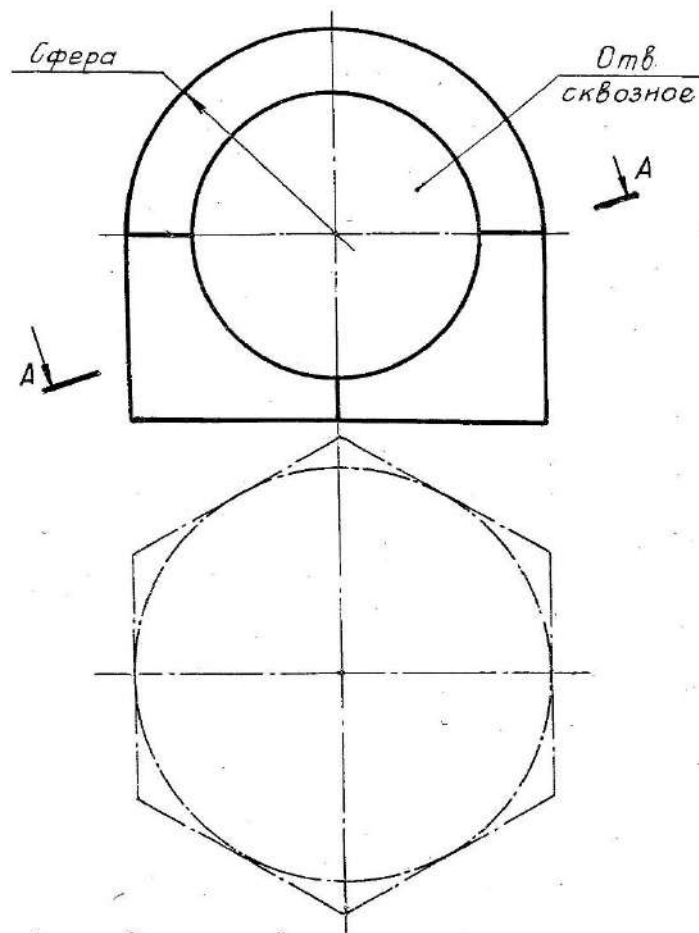
Контрольная работа № 2 «Построение 3-D изображения и ассоциативного чертежа предмета, заданного аксонометрией»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: построение 3-D изображения – 7 баллов; выполнение ассоциативного чертежа – 3 балла.



Контрольная работа № 3 «Построение 3-D модели и ассоциативного чертежа предмета с линиями перехода»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: построение 3-D изображения – 7 баллов; выполнение ассоциативного чертежа – 3 балла.

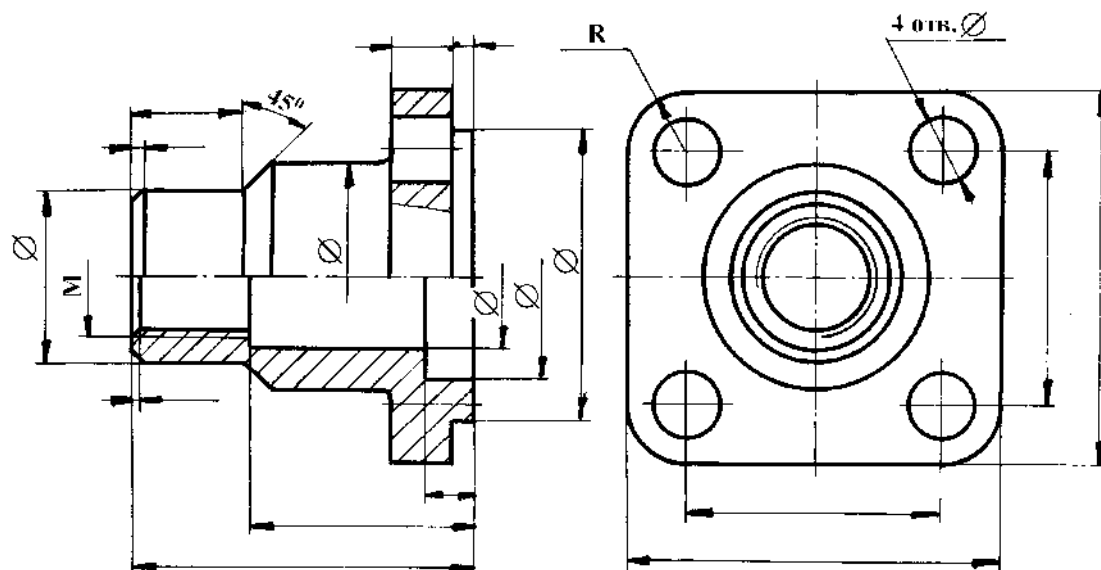


2-й семестр

Контрольная работа № 1 «Эскизы деталей. Обозначение резьбы»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: 1-е задание – 8 баллов; 2-е задание – 2 балла.

1. Выполнить эскиз детали.

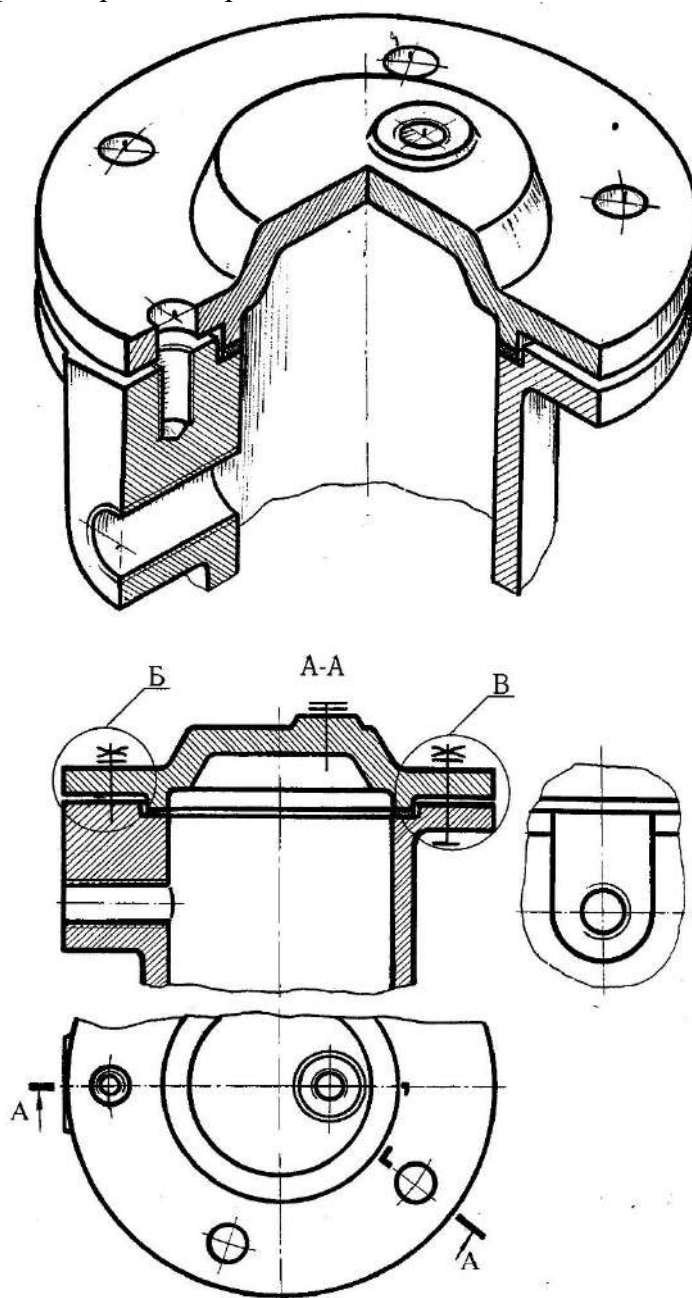


2. Расшифровать условное обозначение резьбы: M48 х 6 (P3) LH.

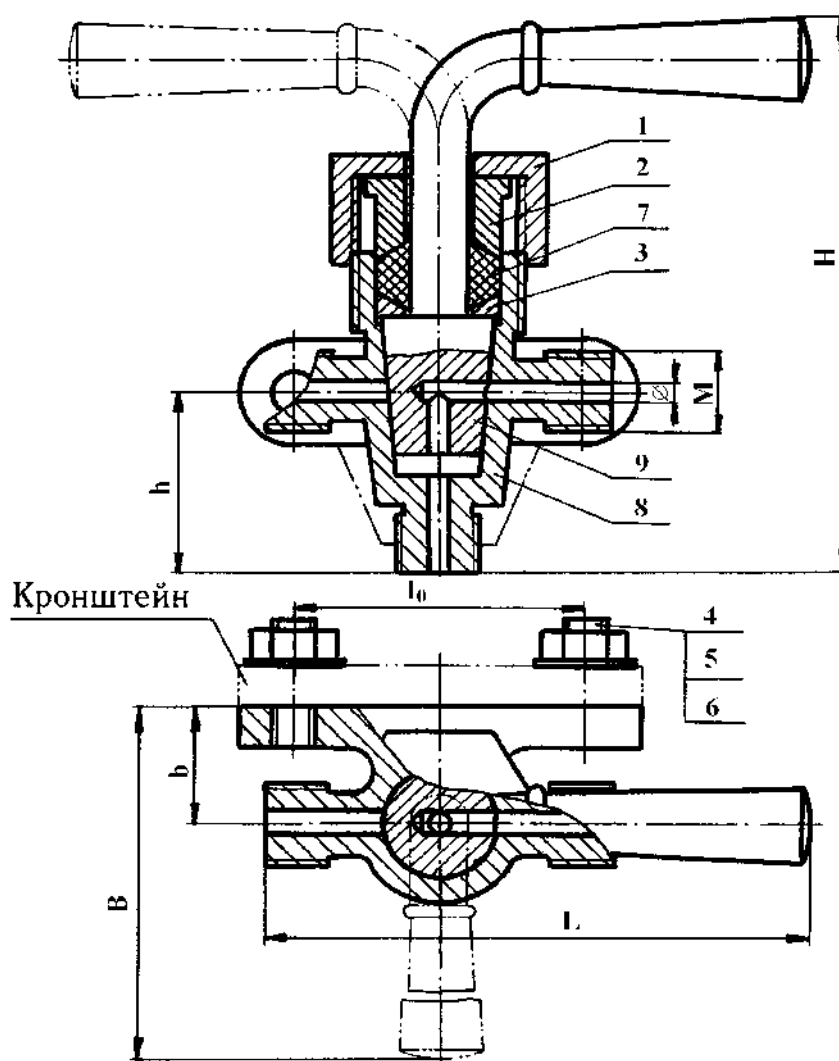
Контрольная работа № 2 «Выполнение и оформление чертежа соединения деталей стандартными резьбовыми изделиями (болтом или шпилькой).

Контрольная работа оценивается 10 баллами.

Крышка с корпусом соединяется с помощью шпильки и болтов, на каждый из которых одевается шайба и навинчивается гайка. Рассчитать по условным соотношениям размеры болта (шпильки), гайки, шайбы и, используя выносной элемент, вычертить упрощенное изображение соединения деталей болтом (шпилькой). Записать условные обозначения болта (шпильки), гайки, шайбы. Масштаб чертежа 1:2. Масштаб выносного элемента 4:1. Диаметры отверстий в крышке 9 мм.



Контрольная работа №3 «Деталирование чертежа сборочной единицы»
 Контрольная работа оценивается 10 баллами: 1-е задание - 6 баллов; 2-е задание - 4 балла.
 Выполнить 3-D модель детали № 1. Выполнить сечение сборочной единицы.



8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

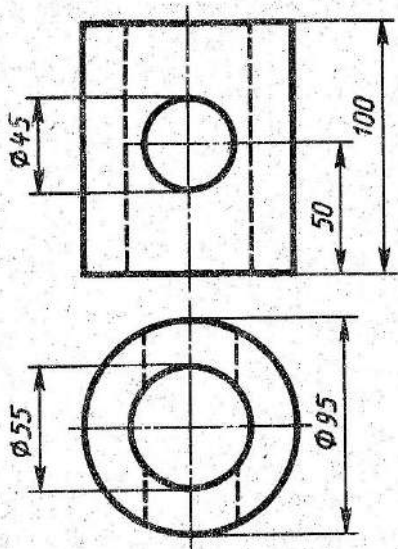
Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1 – 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 10 баллов, вопрос 2 – 20 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов

1. Виды проецирования. Образование ортогонального чертежа на одной, двух и трех плоскостях проекций. Метод Монжа.
2. Построить 3-D модель предмета заданного двумя проекциями.
3. Выполнить ассоциативный чертеж предмета по 3-D модели.

8.2.2. Пример билета

«Утверждаю» Заведующий кафедрой ИПТО (Должность, наименование кафедры) <u>В.М. Аристов</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Инженерного проектирования технологического оборудования
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

	Инженерная и компьютерная графика – 1 семестр
	Билет № 1
	1. Виды проецирования. Образование ортогонального чертежа на одной, двух и трех плоскостях проекций. Метод Монжа. 2. Построить 3-D модель предмета заданного двумя проекциями.
	
	3. Выполнить ассоциативный чертеж предмета по 3-D модели.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой)

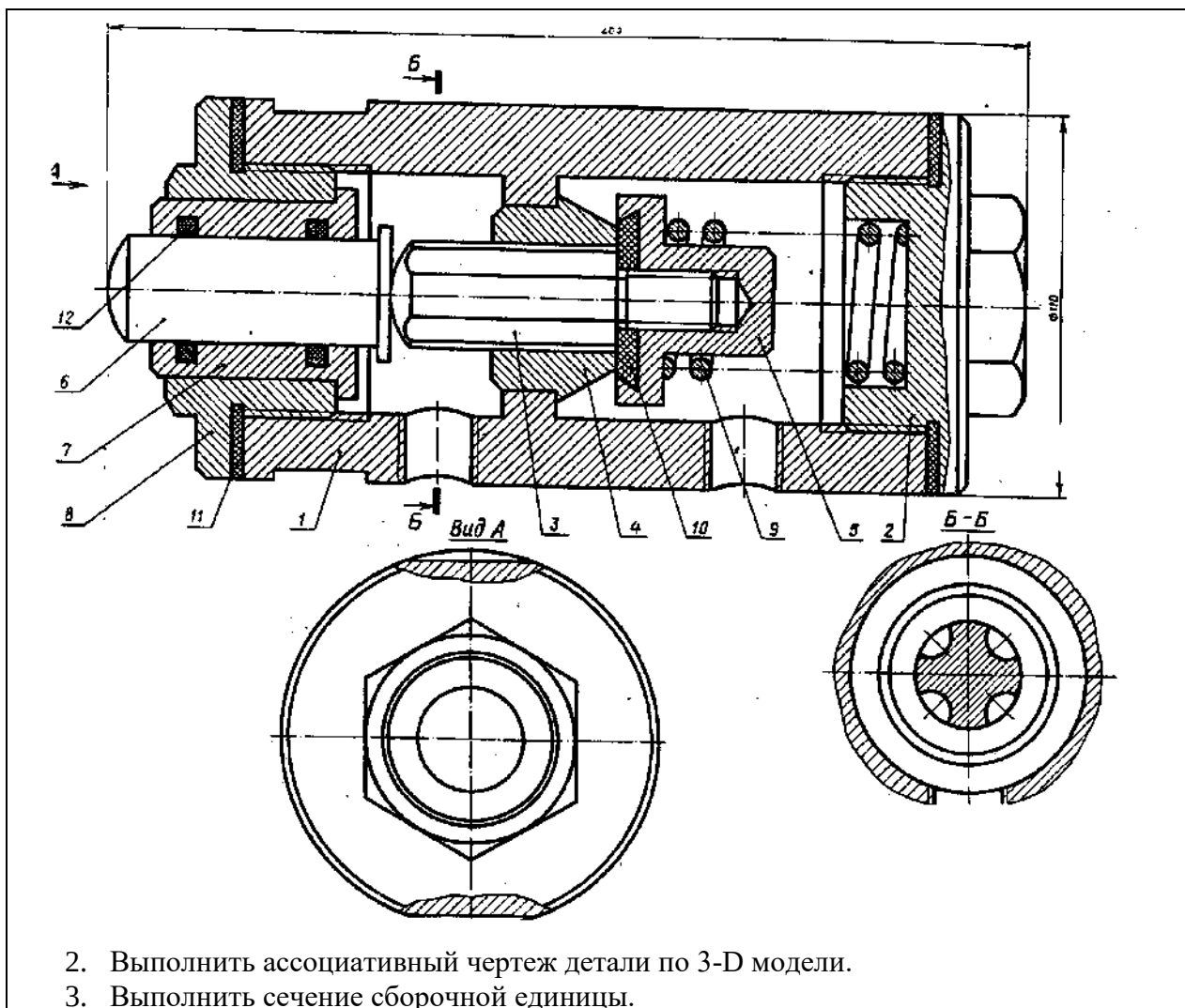
Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 4 – 6 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов

1. По сборочному чертежу изделия построить 3-D модель детали №
2. Выполнить ассоциативный чертеж детали по 3-D модели.
3. Выполнить сечение сборочной единицы.

8.3.2. Пример билета

«Утверждаю» Заведующий кафедрой ИПТО (Должность, наименование кафедры) _____ <u>В.М.Аристов</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инженерного проектирования технологического оборудования
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Инженерная и компьютерная графика – 2 семестр
Билет № 1 1. По сборочному чертежу изделия построить 3-D модель детали № 2.	



Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аристов В.М., Аристова Е.П. Инженерная графика. М.: Путь, Альянс, 2006. 256с.
2. Аристов В.М. и др. Основы построения чертежей. Учебное пособие. М.: РХТУ, 2011. 168 с.
3. Клокова А. Н., Лукина Ю. С. Инженерная графика. Организация самостоятельной работы студента. Учебное пособие. М.: РХТУ, 2019. 68 с.
3. Аристов В.М., Захаров С.Л., Лукина Ю.С., Клокова А.Н. Чертежи сборочных единиц. Методические указания к выполнению листа «сборочный чертеж». М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2019. 72 с.

Б. Дополнительная литература

1. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. С.-П.: Машиностроение, 2008. 447 с.
2. Стандарты ЕСКД: ГОСТ 2.101-68; 2.102-68; 2.103-68; 2.108-68; 2.109-68; 2.114-70; 2.118-73; 2.119-73; 2.120-73; 2.301-68; 2.302-68; 2.303-68; 2.304-81; 2.305-2009; 2.306-68; 2.307-68; 2.311-68; 2.312-72; 2.313-68; 2.317-69; 21.001-77.

3. Клокова А.Н., Клокова Е.Ю. Компьютерная графика. Лабораторный практикум. М.: РХТУ, 2010. 52 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Наука и образование» Национальный цифровой ресурс РУКОНТ: <https://rucont.ru/catalog/101836>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 286);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

Структура и состав библиотечного фонда соответствует требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки от 27.04.2000 г. № 1246. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения бакалаврами образовательной программы по направлению подготовки **22.03.01.**

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экз. на каждые 100 обучающихся, а для дисциплин вариативной части образовательной программы - 1 экз. на одного обучающегося.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы бакалавра.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория и учебная аудитория для проведения практических занятий (чертежный зал). Компьютерный класс. Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по темам курса («Болтовое соединение», «Соединение болтом», «Соединение шпилькой», «Фитинговое соединение», «Фланцевое соединение», «Сборочный чертеж»).

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

2	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189- 240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.	Знает: правила и условности при выполнении чертежей; основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе. Умеет: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов; использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей. Владеет: способами и приемами изображения предметов на плоскости; графической системой «Компас».	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.
Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.	Знает: способы отображения пространственных форм на плоскости;	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.

	виды симметрии геометрических фигур; основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе. Умеет: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов; использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей. Владеет: способами и приемами изображения предметов на плоскости; графической системой «Компас».	
Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.	Знает: способы отображения пространственных форм на плоскости; правила и условности при выполнении чертежей; виды симметрии геометрических фигур; виды изделий и конструкторских документов. Умеет: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов; выполнять и читать схемы технологических процессов. Владеет: способами и приемами изображения предметов на плоскости.	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.
Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.	Знает: способы отображения пространственных форм на плоскости; правила и условности при выполнении чертежей; виды изделий и конструкторских документов; основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе. Умеет: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов; выполнять и читать схемы технологических процессов;	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка за курсовую работу, оценка на зачете.

	использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей. Владеет: способами и приемами изображения предметов на плоскости; графической системой «Компас».	
Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.	Знает: способы отображения пространственных форм на плоскости; правила и условности при выполнении чертежей; основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе. Умеет: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов; использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей. Владеет: способами и приемами изображения предметов на плоскости; графической системой «Компас».	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка за курсовую работу, оценка на зачете.
Раздел 6. Компьютерная графика.	Знает: основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе. Умеет: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов; использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей. е: способами и приемами изображения предметов на плоскости; графической системой «Компас».	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Инженерная и компьютерная графика»
основной образовательной программы
 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
 профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«История России»

Направления подготовки:

04.03.01 Химия

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

18.03.01 Химическая технология

19.03.01 Биотехнология

20.03.01 Техносферная безопасность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

27.03.01 Стандартизация и метрология

27.03.05 Инноватика

28.03.02 Наноинженерия

28.03.03 Наноматериалы

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена зав. кафедрой истории и политологии, доктором исторических наук, доцентом Селивёрстовой Н. М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры истории и политологии РХТУ им. Д. И. Менделеева «19» мая 2025 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлениям подготовки **04.03.01 – «Химия»**, **09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»**, **09.03.02 – «Информационные системы и технологии»**, **18.03.01 – «Химическая технология»**, **19.03.01 – «Биотехнология»**, **20.03.01 – «Техносферная безопасность»**, **22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов»**, **27.03.01 – «Стандартизация и метрология»**, **27.03.05 – «Инноватика»**, **28.03.02 – «Наноинженерия»**, **28.03.03 – «Наноматериалы»**, **29.03.04 – «Технология художественной обработки материалов»**, **38.03.01 – «Экономика»** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **истории и политологии** РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 и 3 семестров.

Дисциплина **«История России»** относится к обязательной части 1 блока дисциплин учебного плана (Б1.О.01.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области истории.

Цель дисциплины – формирование у студентов общегражданской идентичности, основанной на понимании исторического опыта строительства российской государственности на всех его этапах, понимании того, что на всем протяжении российской истории сильная центральная власть имела важнейшее значение для построения и сохранения единого культурно-исторического пространства национальной государственности.

Поставленная цель достигается освоением студентами базовых категорий и понятий исторической науки, изучением исторических закономерностей.

Задачи дисциплины –

- сформировать у студентов цельный образ истории России с пониманием ее специфических проблем, синхронизировать российский исторический процесс с общемировым, а также развить умения работы с историческими источниками и научной литературой;
- помочь студенту овладеть знаниями исторических фактов – дат, мест, участников и результатов важнейших событий, а также исторических названий, терминов; усвоить исторические понятия, концепции; обратить особое внимание на периоды, когда Россия сталкивалась с серьезными историческими вызовами или переживала кризисы, рассмотреть вызвавшие их причины и предпосылки, а также пути преодоления; исторический опыт национальной и конфессиональной политики Российского государства на всех этапах его существования (включая периоды Российской империи и Советского Союза) по достижению межнационального мира и согласия, взаимного влияния и взаимопроникновения культур;
- выработать у студентов навыки и умения извлекать информацию из исторических источников, применять ее для решения познавательных задач; использовать приемы исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.);
- сформировать представление об оценках исторических событий и явлений, навыки критического мышления (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);
- сформировать у будущих специалистов патриотически ориентированную политическую культуру на основе понимания исторических аспектов актуальных геополитических и социальных проблем, источников их возникновения и возможных путей их разрешения с учетом имеющегося у человечества исторического опыта;

- сформировать ответственность будущего специалиста за результаты своей деятельности, помочь определить собственные параметры его жизни, ценности и нормы поведения на производстве, в научных учреждениях, в предпринимательской деятельности и личном участии в общественных преобразованиях, а также нравственные ориентиры в разрешении глобальных проблем современности;
- сформировать у студентов представление об историческом пути российской цивилизации как неотъемлемой части мирового исторического процесса через изучение основных культурно-исторических эпох;
- сформировать у студентов целостное представление об основных периодах и тенденциях развития многонационального российского государства с древнейших времен по настоящее время;
- обучить студентов выделению, анализу наиболее существенных связей и признаков исторических явлений и процессов, систематизации и обобщению исторических источников, сведению отдельных и часто разрозненных фактов и событий в стройную систему достоверных знаний, выявлению причинно-следственных связей между ними, глубинных процессов, определяющих ход общественного развития, его движущие силы и мотивацию;
- сформировать подход к истории российского государства как к непрерывному процессу обретения национальной идентичности, становления единого культурно-исторического пространства;
- выработать потребность в компаративистском подходе к оценке сходных процессов и явлений, таких как освоение новых территорий, строительство империи, складывание форм и типов государственности, организационных форм социума и др.;
- выработать сознательное оценочное отношение к историческим деятелям, процессам и явлениям, исключающее возможность возникновения внутренних противоречий и взаимоисключающих трактовок исторических событий, в том числе имеющих существенное значение для отдельных регионов России;
- выработать сознательное отношение к истории прошлого региона как основы для формирования исторического сознания, воспитания общегражданской идентичности и патриотизма.

Дисциплина *«История России»* преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие	УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе.

	общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время;
- основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов.

Уметь:

- учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога;
- использовать знание и понимание проблем человека в современном мире;
- ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами;
- определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами.

Владеть:

- навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;
- навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);
- приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			№ 2		№ 3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	2	72	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	1.78	64	1.78	64
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	0,2	8	0,1	4	0,1	4
Контактная самостоятельная работа	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		7,6		3,8		3,8
Виды контроля:						
Зачет с оценкой	0,2	8	0,1	4	0,1	4
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2
Подготовка к зачету с оценкой		7,6		3,8		3,8
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			№ 2		№ 3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108	2	54	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	96	1,78	48	1,78	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	0,4	12	0,2	6	0,2	6

Контактная самостоятельная работа		0,6		0,3		0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)	0,4	11,4	0,2	5,7	0,2	5,7
Виды контроля:						
<i>Зачет с оценкой</i>	0,4	12	0,2	6	0,2	6
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,4	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3
Подготовка к зачету с оценкой		11,4		5,7		5,7
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Общие вопросы истории	4,5	-	2	-	2	-	0,5
1.1	Место истории в системе наук. Основы методологии исторической науки. История России как часть мировой истории.	4,5	-	2	-	2	-	0,5
2.	Раздел 2. Народы и государства на территории современной России в древности. Русь в IX – первой трети XIII вв.	17	-	8	-	8	-	1
2.1	Мир в древности и в раннем Средневековье.	8,5	-	4	-	4	-	0,5
2.2	Образование государства Русь и особенности его развития до нач. XIII в.	8,5	-	4	-	4	-	0,5
3.	Раздел 3. Русь в XIII–XV вв.	16,5	-	8	-	8	-	0,5
3.1	Русские земли и мир в середине XIII–XV в.	16,5	-	8	-	8	-	0,5
4.	Раздел 4. Россия в XVI–XVII вв.	17	-	8	-	8	-	1
4.1	Россия и мир в XVI в.	8,5	-	4	-	4	-	0,5
4.2	Россия и мир в XVII в.	8,5	-	4	-	4	--	0,5
5.	Раздел 5. Россия в XVIII веке.	13	-	6	-	6	-	1
5.1	Россия и мир в XVIII веке.	13	-	6	-	6	-	1

		68		32		32		4
	Зачет с оценкой	4						
6	Раздел 6. Российская империя в XIX – начале XX в.	25	-	12	-	12	-	1
6.1.	Российская империя и мир в XIX веке.	16,5	-	8	-	8	-	0,5
6.2	Российская империя и мир в 1900–1917 гг.	8,5	-	4	-	4	-	0,5
7.	Раздел 7. Россия и СССР в советскую эпоху (1917–1991)	30	-	14	-	14	-	2
7.1.	Развития России и СССР в 1917–1945 гг.	17	-	8	-	8	-	1
7.2.	Развитие СССР в 1946–1991 гг.	13	-	6	-	6	-	1
8.	Раздел 8. Современная Российская Федерация (1991–2022)	13	-	6	-	6	-	1
8.1	Россия в 1990-е гг.	8,5	-	4	-	4	-	0,5
8.2	Россия в XXI в.	4,5	-	2	-	2	-	0,5
		68		32		32		4
	Зачет с оценкой	4						
	ИТОГО	144	-	64	-	64	-	8

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы истории

1.1. Место истории в системе наук. Основы методологии исторической науки. История России как часть мировой истории.

Что такое история? Становление науки истории.

Методология исторической науки. Методы исторического исследования.

Принципы периодизации в истории. Древний мир, Средние века, Новая история, Новейшая история. Общее и особенное в истории разных стран и народов.

Что такое исторический источник? Роль исторических источников в изучении истории. Типы и виды исторических источников. Специальные исторические дисциплины.

Хронология, периодизация, историческая география. Научная хронология и летосчисление в истории России. Периодизация истории России в связи с основными этапами в развитии российской государственности от возникновения государства Русь в IX в. до современной Российской Федерации.

История России как часть мировой истории. Необходимость изучения истории России во взаимосвязи с историей других стран и народов, в связи с основными событиями и процессами, оказавшими большое влияние на ход мировой истории.

Раздел 2. Народы и государства на территории современной России в древности. Русь в IX – первой трети XIII вв.

2.1. Мир в древности и в раннем Средневековье.

Народы и политические образования на территории современной России в древности.

Основные направления развития и особенности древневосточной, древнегреческой и древнеримской цивилизаций. Античные города-государства Северного Причерноморья. Боспорское царство. Скифы. Степная зона. Кочевые общества евразийских степей.

Восточная Европа в середине I тыс. н. э. Великое переселение народов. Вопрос о славянской прародине и происхождении славян. Расселение славян, их разделение на три ветви: восточных, западных и южных. Славянские общности Восточной Европы. Хозяйство восточных славян, их общественный строй и политическая организация. Возникновение княжеской власти. Религиозные представления.

2.2. Образование государства Русь и особенности его развития до нач. XIII в.

Политогенез в раннесредневековой Европе. Первые известия о Руси. Проблема образования Древнерусского государства. Формирование территории государства Русь. Дань и полюдье. Первые русские князья. Отношения с Византийской империей, странами Центральной, Западной и Северной Европы, кочевниками европейских степей. Торговые пути. Русь в международной торговле. Принятие христианства и его значение.

Русь в конце X — начале XII в. Общественный строй Руси: дискуссии в исторической науке. Проблема «феодализма» в целом и в древней Руси в частности. Особенности общественного строя в период Средневековья в странах Европы и Азии (Китай, Япония). Княжеско-дружинная элита, духовенство. Городское население. Категории рядового и зависимого населения. «Служебная организация» и вопрос о центральноевропейской социально-экономической модели на Руси. Древнерусское право.

Внешняя политика и международные связи: отношения с Византией, печенегами, половцами, странами Центральной, Западной и Северной Европы.

Русь в середине XII — начале XIII в. Формирование земель — самостоятельных политических образований («княжеств»). Важнейшие земли и особенности их социально-экономического и политического развития: Киевская, Черниговская, Смоленская,

Галицкая, Волынская, Суздальская, Рязанская, Новгород — и начало формирование республиканского строя/

Раздел 3. Русь в XIII–XV вв.

3.1. Русские земли и мир в середине XIII–XV в.

Монгольская империя. Завоевания Чингисхана и его потомков. Походы Батые в Восточную и Центральную Европу. Возникновение Орды. Судьбы русских земель после монгольского нашествия. Система зависимости русских земель от ордынских ханов. Дискуссии о роли ордынского владычества в истории России.

Южные и западные русские земли. Возникновение Литовского государства и включение в его состав части русских земель.

Северо-западные земли. Эволюция республиканского строя в Новгороде и Пскове. Вече, выборные должностные лица. Роль князя. Новгород в системе балтийских связей. Республики и городские коммуны Средневековья и Раннего Нового времени в Европе. Католическая церковь в Средние века. Папство. Крестовые походы. Ордена крестоносцев и отношения с ними русских земель. Александр Невский.

Княжества Северо-Восточной Руси. Усиление Московского княжества. Дмитрий Донской. Куликовская битва. Закрепление первенствующего положения московских князей. Дискуссии об альтернативных путях объединения русских земель.

Формирование единого Русского государства в XV в. Образование национальных государств в Европе: общее и особенное. Объединение русских земель вокруг Москвы. Иван III. Ликвидация зависимости от Орды. Падение Константинополя и изменение церковно-политической роли Москвы в православном мире. Возникновение доктрины «Москва — третий Рим». Принятие общерусского Судебника. Положение крестьян по Судебнику 1497 г. (Юрьев день). Формирование аппарата управления единого государства. Двор великого князя, государственная символика.

Древнерусская культура. Дохристианская культура восточных славян и соседних народов. Основные достижения мировой культуры в эпоху Средневековья. Крещение Руси и его роль в дальнейшем развитии русской культуры. Основные жанры древнерусской литературы.

Начало каменного строительства. Софийские соборы в Киеве, Новгороде, Полоцке. Влияние Византии и Западной Европы на архитектуру древней Руси. Владимиро-суздальские и новгородские храмы. Возобновление каменного строительства после монгольского нашествия.

Древнерусское изобразительное искусство: мозаики, фрески, иконы. Творчество Феофана Грека, Андрея Рублева. Приглашение Иваном III иноземных мастеров. Ансамбль Московского Кремля.

Раздел 4. Россия в XVI–XVII вв.

4.1. Россия и мир в XVI в.

Россия в начале XVI в. Завершение процесса объединения русских земель под властью великих князей московских. Великий князь Василий III Иванович. Усиление великокняжеской власти. Формирование аппарата центрального управления.

Начало эпохи Великих географических открытий и расширение горизонтов европейской цивилизации. Открытие Америки. Первые кругосветные путешествия. Смещение основных торговых путей в океаны. «Революция цен». Становление капиталистических форм производства и обмена в Западной Европе, «Второе издание крепостничества» в странах к Востоку от Эльбы.

Реформация и контрреформация в Европе. Религиозные войны во Франции.

Эпоха Ивана IV Грозного. Регентство великой княгини Елены Глинской. Период боярского правления. Официальное принятие Иваном IV царского титула. Правительство «Избранной рады». Реформы 50-х гг. XVI в. Особенности сословно-представительной

монархии в Европе и России. Опричнина. Споры о причинах и характере опричнины в исторической науке. Внешняя политика Московского государства. Включение в состав России земель Казанского и Астраханского ханств. Поход атамана Ермака Тимофеевича и начало присоединения Западной Сибири. Социально-экономическое развитие страны. Аграрный характер экономики Московского государства. Низкий уровень урбанизации. Преобладание архаичных способов земледелия и натурального хозяйства.

Россия на рубеже XVI–XVII вв. Экономический кризис в Московском государстве конца XVI в. Крепостнические тенденции: фактическая отмена правила Юрьева дня (указ о заповедных летах (1581) и об урочных летах (1597). Социальные и политические мотивы закрепощения крестьян. Крепостное право и поместное войско. Царствование Федора Ивановича

Смутное время. Борис Годунов. Лжедмитрий I. Углубление и расширение гражданской войны. Царствование Василия IV Ивановича Шуйского. Социальные противоречия как движущая сила в гражданской войне. Повстанческое войско Ивана Болотникова. Лжедмитрий II. Иностранная интервенция как составная часть Смутного времени. Кульминация Смуты. Договор о передаче престола польскому королевичу Владиславу. Национальный этап Смутного времени. Подъем национально-освободительного движения. Формирование Первого ополчения. Освобождение столицы. Земский собор 1613 г. Избрание на престол Михаила Федоровича Романова. Столбовский мирный договор и Деулинское перемирие.

4.2. Россия и мир в XVII в.

Развитие торговли и ремесла. Углубление специализации отдельных районов, развитие торговых связей между разными районами страны, появление ярмарок всероссийского значения. Политика правительства в сфере внутренней и внешней торговли. Торговый (1653) и Новоторговый (1667) уставы. Первые мануфактуры. Восстания «Бунташного века».

Политическое развитие Московского государства. Соборное уложение 1649 г. — общерусский свод законов. Церковная реформа и раскол Русской православной церкви.

Смоленская война с Речью Посполитой. Переяславская рада и решение о включении украинских земель в состав Российского государства. Русско-польская война. Андрусовское перемирие.

Новое время. Война в Нидерландах против испанского владычества. Гражданская война в Англии. «Пороховая революция» и изменения в организации вооруженных сил европейских стран. Тридцатилетняя война (1618–1648) и Вестфальский мирный договор. Закат могущества империи Габсбургов и усиление Англии, Франции и Голландии. Начало колонизации европейскими государствами территорий Северной Америки.

Культура России в XVI–XVII столетиях. Развитие традиций древнерусской культуры и новые веяния. Появление книгопечатания в Западной Европе и в России. Формирование старообрядческой культуры («Житие протопопа Аввакума»).

Развитие шатрового зодчества в XVI в. (церковь Вознесения в Коломенском, собор Василия Блаженного). Появление национального стиля в русской архитектуре XVII в. — «русское узорочье». Новые веяния в живописи и архитектуре конца XVII в.

Формирование культуры Нового времени. Гуманизм эпохи Возрождения. XVII век — век разума. Развитие экспериментального естествознания. Первые просветители. Т. Гоббс, Дж. Локк и др. Архитектура и живопись Европы в XVII в.

Раздел 5. Россия в XVIII веке.

5.1. Россия и мир в XVIII веке.

Петр I. Необходимость реформ. их особенности. Эволюция социальной структуры общества. Политика меркантилизма и протекционизма, Военная реформа Петра I. Строительство регулярной армии. Рекрутские наборы. Создание военного флота.

Преобразования в области государственного управления. Основные принципы и результаты: усиление самодержавной власти, централизация, развитие бюрократии. Отмена патриаршества, учреждение Синода. Становление регулярного государства. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Дальнейшее расширение границ Российской империи. Преобразования в области культуры и быта. Итоги и значение модернизации, ее влияние на путь исторического развития Российского государства. Дискуссии вокруг оценок деятельности Петра I, проблема цены реформ.

Эпоха «дворцовых переворотов». 1725–1762 гг. их причины. Семилетняя война.

Россия во второй половине XVIII в. Эпоха Екатерины II. Распространение идей Просвещения в Европе. Их влияние в политике, общественной жизни, культуре. Идеи Вольтера, Ш. Монтескье, Ж.-Ж. Руссо, французской «Энциклопедии».

Вопрос о просвещенном абсолютизме в России. Уложенная комиссия 1767–1769 гг. Крепостное хозяйство и крепостное право в системе хозяйственных и социальных отношений. Обострение социальных противоречий. Восстание под предводительством Емельяна Пугачева. Губернская реформа Екатерины II. Формирование сословной структуры российского общества. Положение дворянства. Внешняя политика России середины и второй половины XVIII в. Войны с Османской империей и их результаты. Участие России в разделах Речи Посполитой.

Кризис абсолютизма в ряде европейских стран. Война североамериканских колоний Англии за независимость. Российская «Декларация о вооруженном нейтралитете». Образование США. Революция во Франции.

Россия и революция во Франции. Павел I. Основные черты, особенности и цели его внутренней политики. Указ о «трехдневной барщине». Устав о престолонаследии. Внешняя политика Павла I. Причины свержения Павла I. Дворцовый переворот 1801 г.

Русская культура XVIII в. Идеология Просвещения и ее влияние на развитие русской культуры XVIII в. Становление российской науки. Географические экспедиции. Создание Академии художеств, расцвет русского портрета. Достижения в области монументальной и портретной скульптуры. Развитие архитектуры.

Раздел 6. Российская империя в XIX – начале XX в.

6.1. Российская империя и мир в XIX веке.

Александр I. Реформы первой четверти XIX века. Россия в системе международных отношений. Участие в антифранцузских коалициях. Тильзитский мир и его последствия. Участие России в континентальной блокаде. Отечественная война 1812 г. Заграничные походы русской армии. Венский конгресс. Идеиные основания и политическая роль «Священного союза».

Революционаризм в Европе. Движение декабристов.

Николай I. Государственный строй в николаевской России. Роль Собственной Его Императорского Величества Канцелярии в процессе выработки правительственных решений. Кодификация законодательства. Крестьянский вопрос в царствование Николая I. Перемены во внешнеполитическом курсе во второй четверти XIX в. Война на Северном Кавказе. Россия и европейские революции. Эпоха 1848 г. («Весна народов») и изменения во внутриполитическом курсе России. Крымская война.

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия.

Русская общественная мысль второй четверти XIX в.

Великие реформы Александра II как модернизационный проект. Крестьянская реформа 1861 г.: причины, этапы подготовки, последствия. Земская, городская, судебная реформа. Реформы в области образования, печати. Военная реформа. Социальные и

экономические последствия Великих реформ. Индустриализация и урбанизация. Развитие железнодорожной сети. Русско-турецкая война (1877–1878).

Русское народничество: освоение и переосмысление наследия А. И. Герцена. Хождение в народ. Революционный террор конца 1870 — начала 1880-х гг. Деятельность организации «Народная воля». Попытки диалога власти и общества в 1878–1881 гг. Убийство народовольцами императора Александра II.

Александр III. Манифест о незыблемости самодержавия. Вопрос о программе нового царствования: контрреформы или политика стабилизации. Экономический рост 1890-х гг.: причины и масштабы. Бум железнодорожного строительства. Формирование новых промышленных регионов.

Становление блоковой системы в Европе конца XIX — начала XX в. Первые марксистские кружки. Особенности русского марксизма рубежа XIX–XX вв.

6.2. Российская империя и мир в 1900–1917 гг.

Общие итоги российской модернизации к началу XX века.

Зарождение политических организаций и партий в России в конце XIX — начале XX в. Первая российская революция. Манифест 17 октября 1905 г. и его последствия. Московское декабрьское вооруженное восстание. Государственная дума начала XX века как первый опыт российского парламентаризма. «Третьеиюньская» политическая система. Столыпинская аграрная реформа.

Первая мировая война и участие в ней России. Этапы военных действий на Восточном фронте. Социальные последствия Мировой войны: массовая мобилизация, беженцы, дезертиры. Рост влияния общественных организаций: Всероссийский земский союз, Всероссийский союз городов, Земгор. Формирование Прогрессивного блока, его требования. Нарастание политических противоречий в январе – феврале 1917 г.

Культура в России XIX — начала XX в. Промышленная революция и ее роль в развитии техники и технологии. Новые теории в изучении живых существ. Эволюционная теория Ч. Дарвина. Возникновение генетики. Исследования в области физиологии человека и психологии. Вклад российских ученых в развитие мировой науки (работы Н.И. Лобачевского, периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, работы по физиологии И.П. Павлова и др.).

«Золотой и Серебряный век» русской литературы. Переход к реалистическому искусству в произведениях участников «Товарищества передвижных художественных выставок».

Влияние стиля модерн в мировом и российском искусстве. Развитие национальной театральной и музыкальной культуры.

Раздел 7. Россия и СССР в советскую эпоху (1917–1991).

7.1. Развитие России и СССР в 1917–1945 гг.

Причины революционного кризиса 1917 г. Февральские события в Петрограде. Отречение Николая II. Причины и формы взаимодействия Петросовета и Временного правительства. Политика большевиков по отношению к Временному правительству и ее динамика — от поддержки Двоевластия к лозунгу «Вся власть советам!». Июльский кризис, конец Двоевластия, «Корниловский мятеж» и его подавление. Нарастание экономических трудностей, радикализация широких народных масс, рост влияния большевиков. Сокращение социальной базы сторонников Временного правительства. Свержение Временного правительства, захват власти большевиками в октябре 1917 г. Созыв и разгон Учредительного собрания. Формирование советской государственности: Совет народных комиссаров, Высший совет народного хозяйства и местные совнархозы. Создание ВЧК. Споры вокруг национализации промышленности. Конституция РСФСР 1918 г. Брестский мир

Гражданская война как особый этап революции. Восстание чехословацкого корпуса. Выступление левых эсеров. Революция в Германии и вывод немецких войск с территории России. Основные фронты Гражданской войны и военные действия на них. Интервенция иностранных войск. Идеология Белого движения и важнейшие правительства «белых»: КОМУЧ, Директория, правительственные структуры А.В. Колчака и А.И. Деникина. Удельный вес монархических, либерально- демократических и социалистических течений в «белом» движении. Красный и белый террор. Политика «Военного коммунизма». Советские идеологические и культурные новации периода Гражданской войны.

Судьба и значение НЭПа. Кризисы НЭПа и их объективные причины. Утверждение однопартийной политической системы. Образование СССР. Культурное развитие в 1920-е гг. Политика ликвидации безграмотности и ее практические результаты к концу десятилетия. Политическая борьба в партии и государстве.

СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Переход к политике форсированной индустриализации. Переход к политике массовой коллективизации. Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Окончательное свертывание внутрипартийной демократии. Завершение трансформации партии в основную властную структуру механизма управления СССР. Конституция СССР 1936 г. Массовый энтузиазм — причины и результаты. Культурная революция. Просвещение и образование в СССР в 1930-х гг. Государственный контроль над сферой искусства. Концепция «соцгорода». Генеральный план реконструкции Москвы. Строительство метро. Тенденции в архитектуре и их воплощение в 1930-е гг. Становление советского кинематографа. Музыкальное искусство и его образцы.

Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Деятельность Коминтерна. «Великая депрессия» 1929–1933 гг. на Западе и поиск выхода из кризиса. Приход к власти в Италии и Германии фашистского и нацистского режимов. Обострение международной ситуации в конце 1930-х гг. Вооруженные конфликты на Дальнем Востоке. Мюнхенская конференция 1938 г. и её последствия. Советско-германский договор 1939 г. (пакт Риббентропа-Молотова) и секретные протоколы к нему. Начало Второй мировой войны.

Германский план «Барбаросса». Нападение нацистской Германии на СССР. Боевые действия летом 1941 — зимой 1941/42 гг. . Массовый героизм советских воинов. Важнейшие сражения лета – осени 1941 г. Смоленское сражение, Киевское сражение, оборона Одессы, оборона Севастополя, Блокада Ленинграда.

Победа под Москвой и ее историческое значение. Антигитлеровская коалиция. Наиболее значимые решения советского правительства по организации отпора врагу: создание Государственного Комитета Обороны, перевод промышленности на военные рельсы, массовая эвакуация промышленных мощностей, перманентная мобилизация.

Массовые преступления гитлеровцев на временно оккупированной территории СССР. Бесчеловечное обращение гитлеровцев с советскими военнопленными. Становление партизанского движения в тылу противника.

Сталинградские сражение — решающий акт коренного перелома в Великой Отечественной и во всей Второй мировой войне. Курская битва и окончательный переход стратегической инициативы к Красной армии. Окончательное освобождение территории СССР и освободительный поход в Восточную и Центральную Европу. Важнейшие сражения: операция «Багратион», Ясско-Кишиневская операция, Будапештское сражение, Висло- Одерская операция, Балатонское сражение, Берлинская операция. Освобождение Праги. Капитуляция Германии.

Культура в годы Великой Отечественной войны.

Тегеранская, Ялтинская и Потсдамская конференции. Формирование основ ялтинского послевоенного мироустройства.

Советско-японская война 1945 г. и атомные бомбардировки японских городов со стороны США. Капитуляция Японии.

Итоги Великой Отечественной и Второй мировой войны. Решающий вклад СССР в победу антигитлеровской коалиции.

7.2. Развитие СССР в 1946–1991 гг.

Послевоенное восстановление экономики. «Поздний сталинизм» (1945–1953). Ужесточение политического режима и идеологического контроля. «Холодная война» и ее влияние на социально-экономическое развитие страны. «План Маршалла». Создание НАТО и ЕЭС. Создание СЭВ и ОВД.

«Оттепель» (вторая половина 1950-х — первая половина 1960-х гг.). XX съезд КПСС. Успехи в освоении космоса. Завершение в СССР процесса урбанизации и экономические последствия этого. Причины отстранения Хрущева от власти.

Власть и общество во второй половине 1960-х — начале 1980-х гг. Приход к власти Л. И. Брежнева. Экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. СССР — вторая экономика мира. Динамика экономического развития СССР в середине 1960-х — начале 1980-х гг. по сравнению с ведущими странами Запада. Причины снижения темпов экономического развития и появления кризисных явлений к началу 1980-х гг. Отставание в производительности труда, в компьютерных технологиях, в наукоемких отраслях промышленности. Рост «теневой экономики».

Ситуация в сельском хозяйстве. Причины неудач в решении продовольственной проблемы. Вынужденное увеличение импорта зерна. Советское общество в период «позднего социализма». Принятие Конституции СССР 1977 г. Разрядка международной напряженности в 1970-е гг. Усиление внешнеполитических вызовов для СССР в первой половине 1980-х гг.

Развитие культуры и искусства СССР в послевоенный период. Советский кинематограф послевоенного периода. Развитие телевидения. Формирование культурного андеграунда.

Попытки реформирования СССР во второй половине 1980-х гг. Формирование идеологии нового курса: «ускорение», «гласность», «перестройка». Экономическая и политическая реформа. Внешняя политика периода «перестройки». «Новое мышление».

«Парад суверенитетов» — причины и следствия. Причины возникновения и обострения противостояния руководства РСФСР и руководства СССР. «Новоогаревский процесс» и договор об учреждении Союза Суверенных Государств. Путч ГКЧП, учреждение Содружества Независимых Государств, и роспуск СССР.

Раздел 8. Современная Российская Федерация (1991–2022).

8.1. Россия в 1990-е гг.

Экономическое и социально-политическое развитие России в 1990-х гг. Отказ от советской планово-директивной системы в сторону рыночной экономики. Либеральная концепция российских реформ. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Нарастание негативных последствий реформ. Центр и российские регионы, подписание Федеративного договора 1992 г.

Политический кризис 1993 г. и его разрешение. Конституция Российской Федерации 1993 г. Экономический кризис 1998 г. Назначение премьер-министром РФ В. В. Путина и вставшие перед ним первоочередные задачи.

Внешняя политика. Курс США и НАТО на мировую гегемонию в рамках построения однополярного мира. Вступление Российской Федерации в G8 и в Совет Европы. Бомбардировки США и НАТО Югославии в 1999 г. как переломный момент взаимоотношений России с Западом. Культура России в конце XX века.

8.2. Россия в XXI в.

Экономическое и социально-политическое развитие страны в начале XXI в. Избрание в 2000 г. В.В. Путина президентом России. Приоритеты нового руководства страны. Укрепление «вертикали власти», создание федеральных округов.

Переизбрание В.В. Путина президентом в 2004 г., главные положения его политической программы. Рост устойчивости политической системы России, консолидация ведущих политических сил страны. Борьба с терроризмом на территории РФ. Избрание в 2008 г. президентом РФ Д. А. Медведева, деятельность В.В. Путина на посту премьер-министра. Принятие новой военной доктрины (2010). Переизбрание В. В. Путина президентом РФ в 2012 и 2018 гг. Конституционный референдум 2020 г.

Пандемия КОВИД и ее влияние на экономику России. Демографические потери от пандемии.

Внешняя политика в 2000–2013 гг. Вступление РФ в ВТО. Продолжение расширения НАТО на восток. Отказ НАТО учитывать интересы России. Отход России от односторонней ориентации на страны Запада, ставка на многовекторную внешнюю политику. Вступление РФ в ШОС и БРИКС. Интеграционные процессы на постсоветском пространстве. Создание ОДКБ. Образование Союзного государства России и Белоруссии.

Феномен «цветных революций» в мире и на постсоветском пространстве. Россия и «оранжевая революция» 2004 г. на Украине. Государственный переворот 2014 г. на Украине и его последствия. Воссоединение Крыма и Севастополя с Россией, создание ЛНР и ДНР. Официальное признание ЛНР и ДНР Россией. Начало специальной военной операции на Украине.

Культура России в начале XXI в.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
	Знать:								
1	– основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время;	+	+	+	+	+	+	+	+
2	– основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий;	+	+	+	+	+	+	+	+
3	– место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:								
4	– учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога;	+	+	+	+	+	+	+	+
5	– использовать знание и понимание проблем человека в современном мире;	+					+	+	+
6	– ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами;	+	+	+	+	+	+	+	+
7	– определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:								
8	– навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;	+	+	+	+	+	+	+	+
9	– навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);	+	+	+	+	+	+	+	+

10	– приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :									
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК							
11	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	– УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе;	+	+	+	+	+	+	+
12		– УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;	+	+	+	+	+	+	+
13		– УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Особенности истории как науки. Хронологические и географические границы Российской истории	2
2	2	Народы и политические образования на территории современной России в древности.	2
3	2	Этногенез славян. Восточные славяне до образования государства	2
4	2	Образование государства Русь.	2
5	2	Русь в конце X — начале XIII в.	2
6	3	Противостояние Руси восточной и западной агрессии	2
7	3	Особенности образования русского централизованного государства, начало его становления	2
8	3	Завершение образования русского централизованного государства	2
9	3	Древнерусская культура, роль православия в становлении единого государства.	2
10	4	Эпоха Ивана IV Грозного	2
11	4	Смутное время в России, его итоги	2
12	4	Складывание системы крепостного права	2
13	4	Проблемы изучения внутренней и внешней политики России XVII вв.	2
14	5	Реформы Петра I, его внешняя политика	2
15	5	Эпоха дворцовых переворотов и наследие Петра I	2
16	5	Реформы Екатерины II, её внешняя политика. Павел I.	2
17	6	Российская империя и мир в первой четверти XIX в.	2
18	6	Российская империя и эпоха национальных революций	2
19	6	Время Великих реформ	2
20	6	Развитие России в конце XIX в.	2
21	6	Первая русская революция и изменение политической системы.	2
22	6	Первая мировая война, её последствия для России	2
23	7	Великая Российская революция (1917–1922) и ее основные этапы	2
24	7	СССР в 20–30 гг. XX в.	2
25	7	Великая Отечественная война.	2
26	7	Геноцид советского народа на оккупированных территориях в годы Великой Отечественной войны	2
27	7	СССР в послевоенные годы. Начало холодной войны.	2
28	7	СССР в 50–80 гг. XX в.	2

29	7	Эпоха «перестройки» Распад СССР.	2
30	8	Начальный этап в становлении современной России.	2
31	8	Современная Россия в XXI в.	2
32	8	История «малой родины» в истории России.	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая публикации из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета с оценкой** (2 и 3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

Во втором семестре предусмотрено 4 контрольных работы, после второго, третьего, четвертого и пятого раздела (максимальная оценка 60 баллов), по 15 баллов за каждую работу. Итоговый контроль -зачет с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

В третьем семестре предусмотрено 3 контрольных работы, после шестого, седьмого разделов, восьмого раздела по 20 баллов (максимальная оценка 60 баллов) . Итоговый контроль -зачет с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Написание реферативно-аналитической работы не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 7 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 1, 2, 3 и 4 (2 семестр) составляет 15 баллов за каждую, всего 60 баллов. Максимальная оценка за контрольные работы 5, 6, 7 (3 семестр) составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 1.1.

Предметом научного познания истории является:

- а) политическая сфера в жизни общества;
- б) экономическая сфера;
- в) жизнь общества в целом;
- г) духовная жизнь общества.

Вопрос 1.2.

Научная дисциплина, которая изучает процесс развития исторического знания, называется:

- а) источниковедение;
- б) историография;
- в) археология;
- г) палеография.

Вопрос 2.3.

Цивилизации древности, возникшие на берегах крупных рек, Л. И. Мечников назвал великими историческими, потому что там возникли или были созданы:

- а) первые государства;
- б) зачатки научного знания;
- в) ирригационная система;
- г) деспотическая форма общественного устройства.

Вопрос 2.4.

Установите соответствие между понятием и его определением: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующие позиции второго столбца.

а) ислам;	1) вера в нескольких богов;
б) христианство;	2) монотеистическая религия, основанная пророком Муххамедом в VII в ;
в) политеизм;	3) представление о единственности Бога;
г) православие.	4) религия, основанная в I в., основанная на жизни и учении Иисуса Христа;
	5) направление в христианстве, сформировавшееся на территории Восточной Римской империи (Византии).

А	Б	В	Г

Вопрос 2.5.

Полузависимыми категориями населения в Древнерусском государстве были _____ (разорившиеся общинники, пошедшие в кабалу за взятой и не отданную ссуду) и _____ (идущие в услужение, но заключившие предварительно договор).

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 3.1

Что из названного позволило Москве стать центром объединения русских земель?

- а) отражение Москвой ударов рыцарей-крестоносцев;
- б) политика, проводимая московскими князьями;
- в) выгодное географическое положение;
- г) отсутствие разрушений в Москве в ходе Батыева нашествия.

Вопрос 3.2.

Москва стала религиозным центром Руси в период правления:

- а) Андрея Боголюбского;
- б) Даниила Александровича;
- в) Ивана Калиты;
- г) Дмитрия Донского.

Вопрос 3.3.

Сторонников Нила Сорского, выступавших против накопления церковью богатств, называли _____.

Вопрос 3.4.

Как звали князя, возглавлявшего русское войско в Ледовом побоище в 1242г.?

- а) Иван Калита;
- б) Андрей Боголюбский;
- в) Александр Невский;
- г) Владимир Мономах.

Вопрос 3.5.

Завершение процесса объединения русских земель вокруг Москвы пришлось на годы правления:

- а) Дмитрия Донского;
- б) Василия II;
- в) Ивана III;
- г) Василия III.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 4.1.

Главная задача Ливонской войны:

- а) уничтожение католического Ливонского ордена;
- б) ослабление Речи Посполитой;
- в) выход России к Балтийскому морю;
- г) распространение православия в Прибалтике.

Вопрос 4.2.

Что из названного относится к причинам Смуты?

- а) династический кризис;
- б) церковный раскол;
- в) недовольство крестьян процессом закрепощения;
- г) введение рекрутчины;
- д) введение подушной подати.

Вопрос 4.3.

Расположите события в хронологическом порядке

- а) свержение царя Василия Шуйского;
- б) захват поляками Смоленска;
- в) гибель Лжедмитрия I;
- г) освобождение Москвы от поляков.

Вопрос 4.4.

Где и когда открылась первая русская высшая школа славяно-греко-латинская академия?

- а) в Киеве, в середине XVII в.;
- б) в Москве, в начале XVII в.;
- в) в Ярославле, в конце XVII в.;
- г) в Петербурге, в середине XVIII в.;
- д) в Москве, в конце XVII в.

Вопрос 4.5.

Установите соответствие между событиями и их датами:

Даты

События

а) 1648 г.;	1) Соловецкое восстание;
б) 1650 г.;	2) Соляной бунт в Москве и в др. городах;
в) 1662 г.;	3) Хлебный мятеж в Пскове и в Новгороде;
г) 1668-1676 г.;	4) Медный бунт в Москве;
д) 1670-1671 гг.	5) Восстание под предводительством Степана Разина.

А	Б	В	Г	Д

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 5.1.

Установите соответствие между событиями и датами, когда они произошли:

События:

Даты:

а) создание Сената;	1. 1720 г.
б) основание Московского университета;	2. 1762 г.
в) битва при острове Гренгам;	3. 1785 г.
г) «Манифест о вольности дворянства»;	4. 1711 г.
д) «Жалованная грамота городам».	5. 1755 г.

А	Б	В	Г	Д

Вопрос 5.2.

Как назывались специальные условия, на основании которых Анну Иоанновну приглашали на русский трон? _____.

Вопрос 5.3.

Какие из перечисленных событий относятся к царствованию Екатерины II?

- а) Полтавская битва;
- б) Восстание под руководством Емельяна Пугачева;
- в) Соляной бунт;
- г) Семилетняя война;
- д) отмена внутренних таможенных пошлин.

Вопрос 5.4.

В результате какой войны Россия получила выход к Балтийскому морю:

- а) Ливонской (1558–1583);
- б) Смоленской (1632–1634);
- в) Северной (1700–1721);
- г) Семилетней (1756–1763).

Вопрос 5.5.

Определите основные направления внешней политики России во 2-й половине XVIII в.

- а) необходимость выхода на берега Черного моря;
- б) развитие торговых связей с западными и восточными странами;
- в) продолжение воссоединения украинских и белорусских земель;
- г) присоединение к России Крымского ханства;
- д) борьба с революционной Францией.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 6.1.

Оформление «теории официальной народности» относится:

- а) к 1810 – 1820 гг.;
- б) к 1830 – 1840 гг.;
- в) к 1850 – 1860 гг.;
- г) к 1880 – 1890 гг.

Вопрос 6.2.

«Весной народов» в исторической литературе называется период _____.

Вопрос 6.3.

В каком морском сражении в ноябре 1853 г. был уничтожен почти весь турецкий флот? _____.

Вопрос 6.4.

Что из названного характерно для царствования Николая I?

- а) создание теории официальной народности;
- б) появление революционного народничества;
- в) начало распространения марксизма в России;
- г) появление «теории малых дел»;
- д) оформление «западничества» и «славянофильства».

Вопрос 6.5.

Прочтите отрывок из сочинения историка и укажите, о каком российском императоре идет речь:

«...личные вкусы и личные убеждения и предрассудки императора... как будто не предвещали ничего особенно хорошего в отношении назревших преобразований... Это, конечно, отнюдь не умаляет его заслуги и делает её даже более важной и более ценной, поскольку он сумел стойко, мужественно и честно провести это дело, невзирая на все его трудности и не опираясь на внутренние свои склонности и симпатии, а стоя исключительно на точке зрения признанной им государственной нужды».

- а) Александр I;
- б) Николай I;
- в) Александр II;
- г) Александр III.

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 7.1.

Почему правительство, созданное в России в марте 1917 г., называлось Временным?

- а) оно должно было передать власть Всероссийскому съезду Советов;
- б) его полномочия ограничивались периодом ведения Россией военных действий;
- в) его состав за короткий срок изменялся более 5 раз;
- г) его полномочия ограничивались сроком созыва Учредительного собрания.

Вопрос 7.2.

Установите соответствие военачальников Красной и Белой армий в годы гражданской войны:

- 1. Красная армия
- 2. Белая армия

- а) П. Н. Врангель
- б) А. И. Деникин
- в) М. В. Фрунзе
- г) С. М. Буденный
- д) В. И. Чапаев
- е) А. В. Колчак.

1	2

Вопрос 7.3.

Образование СССР произошло _____.

Вопрос 7.4.

В начале Великой Отечественной войны для мобилизации тыла и управления страной в военное время был образован _____. .

Вопрос 7.5.

Что явилось результатом принятия Конституции СССР 1977 г.?

- а) создание Съезда народных депутатов СССР;
- б) провозглашение курса на строительство коммунизма;
- в) создание Государственной Думы;
- г) закрепление законодательно руководящей роли КПСС;
- д) создание Продовольственной программы.

Раздел 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 8.1.

Сколько республик подписали в 1991 г. в Алма-Ате протокол соглашения об образовании СНГ?

- а) 9;
- б) 15;
- в) 11;

- г) 13;
- д) 10.

Вопрос 8.2.

Соотнесите экономическое преобразование 1992–2005 гг. и соответствующую фамилию Главы правительства, проводившего данное преобразование:

- 1) «Шоковая терапия», либерализация цен, начало приватизации государственной собственности;
- 2) Временный отказ платить по внешним и внутренним долгам (дефолт) в августе 1998 г.;
- 3) Государственная поддержка Топливо-энергетического комплекса, создание системы Государственных краткосрочных обязательств (ГКО), деноминация рубля.

- а) С. В. Кириенко;
- в) Е. Т. Гайдар;
- с) В. С. Черномырдин.

1	2	3

Вопрос 8.3.

Реализация программы перехода к рынку началась:

- а) в ноябре 1991 г.;
- б) в январе 1992 г.;
- в) в октябре 1993 г.;
- г) в декабре 1993 г.;
- д) в январе 1994 г.

Вопрос 8.4.

Как определяется общественный строй, территориально-политическая организация государства и форма правления России по Конституции 1993г.?

Вопрос 8.5.

Президентом РФ в марте 2000 г. был избран:

- а) Б. Н. Ельцин;
- б) В. С. Черномырдин;
- в) В. В. Путин;
- г) М. С. Горбачев;
- д) Е. М. Примаков.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой, (максимальная оценка – 40 баллов) 3 семестр – зачет с оценкой) (максимальная оценка – 40 баллов).

2 семестр – зачет с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2–20 баллов.

- 1. История как наука.
- 2. Принципы периодизации в истории.
- 3. Методология исторической науки.

4. Хронологические рамки истории России, ее периодизация. Географические рамки истории России.
5. История России как часть мировой истории: сравнительный анализ основных этапов развития.
6. Народы и политические образования на территории современной России в древности.
7. Происхождение человека. Современные представления об антропогенезе.
8. Археология и ее роль в изучении прошлого: археологическая периодизация (каменный век, энеолит, бронзовый век, железный век), археологические источники, важнейшие археологические открытия.
9. Основные направления развития и особенности древневосточной, древнегреческой и древнеримской цивилизаций.
10. Средние века: понятие, хронологические рамки, периодизация.
11. Начало эпохи Средних веков: особенности развития государств
12. Восточная Европа в середине I тыс. н. э.
13. Исторические условия складывания государственности: образование государства Русь.
14. Формирование территориально-политической структуры Руси.
15. Принятие христианства на Руси, и его значение.
16. Особенности общественного строя в период Средневековья в странах Европы и Азии.
17. Территория и население государства Русь / Русская земля в конце X–XII в.
18. Экономика древней Руси: земледелие, животноводство, ремесло, промыслы.
19. Общественный строй Руси: дискуссии в исторической науке.
20. Внешняя политика и международные связи Руси: отношения с Византией, печенегами, половцами, странами Центральной, Западной и Северной Европы.
21. Русь в середине XII — начале XIII в.: формирование земель — самостоятельных политических образований («княжеств»).
22. Особенности политического развития стран Европы в середине XIII–XIV в.: эпоха кризисов.
23. Монгольская империя и ее завоевания.
24. Южные и западные русские земли в середине XIII–XIV в. Северо-западные русские земли в середине XIII–XIV в.
25. Княжества Северо-Восточной Руси в середине XIII–XIV в. Усиление Московского княжества.
26. Основные сражения русских князей в середине XIII–XIV в., и их отражение в древнерусской книжности и исторической памяти.
27. Европа и мир в эпоху Позднего Средневековья: образование национальных государств в Европе.
28. Особенности политического развития стран Восточной и Южной Азии.
29. Объединение русских земель вокруг Москвы.
30. Ликвидация зависимости Руси от Орды.
31. Социально-экономическое и политическое развитие русского государства в XIII–XV вв.
32. Церковь и великокняжеская власть в XIII–XV вв.
33. Дохристианская культура восточных славян и соседних народов.
34. Основные достижения мировой культуры в эпоху Средневековья.
35. Крещение Руси и его роль в дальнейшем развитии русской культуры.
36. Культура Древней Руси.
37. Великие географические открытия.
38. Реформация и контрреформация в Европе.
39. Завершение объединения русских земель под властью великих князей московских.

40. Эпоха Ивана Грозного, её отражение в историографии.
41. Правительство «Избранной рады» и его преобразования.
42. Опричнина: споры о причинах и характере опричнины в исторической науке.
43. Внешняя политика Российского государства в XVI в.
44. Социально-экономическое развитие страны в XVI в.
45. Экономический кризис в Российском государстве конца XVI в. Складывание системы крепостного права.
46. Правление Бориса Федоровича Годунова.
47. Начало Смутного времени: предпосылки системного кризиса Российского государства в начале XVII в.
48. Гражданская война XVII в.: внутренняя и внешняя политика самозванцев.
49. Подъем национально-освободительного движения во время гражданской войны XVII в.
50. Россия в системе международных отношений в XVII в.
51. Социально-экономическое развитие России в XVII в.
52. Продвижение российских границ на восток: освоение Сибири.
53. Общественные потрясения и трансформации XVII в.
54. Политическое развитие Российского государства в XVII в.
55. Церковная реформа и раскол Русской православной церкви.
56. Внешняя политика первых Романовых.
57. Россия и ее роль в борьбе угнетённых народов на западнорусских землях в составе Речи Посполитой.
58. Культура России в XVI в.
59. Появление книгопечатания в Западной Европе и в России.
60. Литература России XVII в.
61. Формирование старообрядческой культуры («Житие протопопа Аввакума»).
62. Развитие зодчества в XVI в., появление национального стиля в русской архитектуре XVII в. — «русское узорочье».
63. Культура Возрождения, ее отличительные черты.
64. XVII век — век разума: научная революция.
65. Западное влияние в русской культуре XVII в. и основные каналы его проникновения.
66. Роль государства и верховной власти в осуществлении реформ в эпоху преобразований Петра I.
67. Перемены в структуре российского общества в эпоху преобразований Петра I.
68. Преобразования в области государственного управления при Петре I.
69. Военная реформа Петра I.
70. Внешняя политика Петра I.
71. Экономическое развитие при Петре I,
72. Сопrotивление реформам Петра I: социальный протест.
73. Государство и церковь в эпоху Петра I.
74. Преобразования в области культуры и быта в эпоху Петра I.
75. Развитие образования и создание условий для научных исследований при Петре I.
76. Эпоха «дворцовых переворотов». 1725–1762 гг.
77. Правление Анны Иоанновны, особенности ее внутренней политики.
78. Правление Елизаветы Петровны: внутренняя и внешняя политика.
79. Петр III — результаты его кратковременного правления в сфере внутренней политики.
80. XVIII век — век Просвещения.
81. Трансформация абсолютных монархий в Европе.
82. Модернизация как переход от традиционного к индустриальному обществу.

83. 94. Россия – мост между Западом и Востоком в XVIII в.: проблема «равновесия» в рамках европейского «концерта» держав.
84. 95. Колониальная политика европейских держав.
85. 96. Уложенная комиссия 1767–1769 гг. Цели созыва, результаты работы.
86. 97. Укрепление самодержавной власти: идеология и практика.
87. 98. Губернская реформа Екатерины II.
88. Крепостное хозяйство и крепостное право в системе хозяйственных и социальных отношений при Екатерине II.
89. Политика Екатерины II и обострение социальных противоречий.
90. Формирование сословной структуры российского общества при Екатерине II.
91. Взаимоотношения государства и церкви при Екатерине II.
92. Внешняя политика России середины XVIII в.
93. Экономическая политика правительства Екатерины II.
94. Внешняя политика России второй половины XVIII в.
95. Роль России в решении важнейших вопросов международной политики в конце XVIII в.
96. Основные черты, особенности и цели внутренней и внешней политики Павла I.
97. Идеология Просвещения и ее влияние на развитие русской культуры XVIII в.
98. Школа и образование в России в XVIII в.
99. Российская наука в XVIII в.
100. Новые веяния в русском искусстве в XVIII в.

**3 семестр – зачет с оценкой
(максимальная оценка – 40 баллов)**

1. Правительственный конституционализм начала XIX в.
2. Россия в системе международных отношений в начале XIX в.
3. Отечественная война 1812 г. и заграничные походы русской армии: роль России в освобождении Европы от наполеоновской гегемонии.
4. Российская империя и Венский конгресс: становление «европейского концерта».
5. Революционизм в Европе и экспансия американского фронта на Запад.
6. Формирование традиций радикализма в России: декабризм как политическая мысль и политическое действие.
7. Государственный строй в России при Николае I.
8. Крестьянский вопрос в царствование Николая I.
9. Экономическое развитие второй четверти XIX в.
10. Русская общественная мысль второй четверти XIX в.
11. Перемены во внешнеполитическом курсе во второй четверти XIX в.
12. Россия и европейские революции XIX в.
13. Великие реформы Александра II.
14. Индустриализация и урбанизация XIX в.
15. Трансформация общества России в 1860–1870-х гг.
16. Принципы национальной политики Российской империи.
17. Становление блоковой системы в Европе конца XIX — начала XX в.: кризис «европейского концерта».
18. Складывание революционной традиции в России.
19. Царствование Александра III: внутренняя и внешняя политика.
20. Россия на пороге XX в.

21. Зарождение политических организаций и партий в России в конце XIX — начале XX в.
22. Образование колониальных империй XIX — начала XX в.
23. Правительство С. Ю. Витте и его реформы.
24. Партийная система России 1905–1917 гг.
25. Первая русская революция.
26. Представительная власть в России в 1906–1917 гг.
27. Первая мировая война и Россия.
28. Реформа народного просвещения в эпоху Александра I.
29. Золотой век и Серебряный век русской литературы.
30. Основные направления развития и достижения российской науки на рубеже XIX – XX вв.
31. Новые виды и направления в искусстве к. XIX нач. XX вв.
32. Великая российская революция (1917–1922) и ее основные этапы.
33. 1917 год: от Февраля к Октябрю.
34. Свержение Временного правительства, захват власти большевиками в октябре 1917 г.
35. Гражданская война как особый этап революции
36. Социально-экономические преобразования большевиков в годы Гражданской войны: политика «военного коммунизма».
37. Советские идеологические и культурные новации периода Гражданской войны.
38. Послереволюционная волна российской эмиграции.
39. Революционная волна в Европе и мире после Первой мировой войны.
40. Версальско-вашингтонская система.
41. Переход к Новой экономической политике.
42. Создание СССР.
43. Политическая борьба в СССР в 1920-е гг.
44. Социальная политика и ее реализация в 1920-е гг.
45. Политика советского руководства по отношению к церкви в 1920-1930-е гг.
46. Культурное развитие в 1920-е гг.: политика ликвидации безграмотности.
47. «Великий перелом»: переход к политике форсированной индустриализации и коллективизации.
48. Политические процессы в СССР в 1930-х гг.
49. Советский социум в 1930-е гг.
50. Культурная революция, просвещение и образование в СССР в 1930-х гг.
51. Внешняя политика СССР в 1920-е — 1930-е гг.
52. «Великая депрессия» 1929–1933 гг. на Западе и поиск выхода из кризиса.
53. Обострение международной ситуации в конце 1930-х гг.
54. Мюнхенская конференция 1938 г. и ее последствия.
55. Начало Второй мировой войны и захватническая политика Гитлера.
56. Нападение нацистской Германии на СССР: боевые действия летом 1941 — зимой 1941/42 гг.
57. Наиболее значимые решения советского правительства по организации отпора врагу.
58. Нацистский оккупационный режим: политика и практика геноцида советского народа нацистами и их пособниками.
59. Сражения на советско-германском фронте с весны 1942 г. до весны 1943 г.

60. Жизнь советских граждан в тылу.
61. Курская битва и окончательный переход стратегической инициативы к Красной армии.
62. Окончательное освобождение территории СССР и освободительный поход в Восточную и Центральную Европу.
63. Культура в годы Великой Отечественной войны.
64. СССР и союзники: Формирование Антигитлеровской коалиции, ленд-лиз и проблема «второго фронта».
65. Тегеранская, Ялтинская и Потсдамская конференции: формирование основ ялтинского послевоенного мироустройства.
66. Судебные процессы над главными военными преступниками: Нюрнбергский, Токийский, Хабаровский.
67. Итоги Великой Отечественной и Второй мировой войны.
68. Послевоенное восстановление экономики.
69. «Поздний сталинизм» (1945–1953).
70. «Холодная война» и ее влияние на социально-экономическое развитие страны, военно-техническое противостояние с Западом.
71. «Оттепель» (вторая половина 1950-х — первая половина 1960-х гг.)
72. Экономические и политические реформы периода «оттепели».
73. Изменения в общественных настроениях. Феномен «шестидесятников».
74. Власть и общество во второй половине 1960-х — начале 1980-х гг.
75. Выбор стратегического пути развития страны в середине 1960-х гг.: экономические и политические реформы.
76. Советское общество в период «позднего социализма»: приоритеты социальной политики.
77. Конституция СССР 1977 г. и общественно-политическое развитие страны.
78. Общественные настроения и критика власти: диссиденты.
79. Национальный вопрос в послевоенном СССР.
80. СССР и его роль в освобождении стран Африки и Азии от колониальной зависимости, отношения со странами «третьего мира».
81. Политика СССР по отношению к странам социалистического содружества.
82. Усиление внешнеполитических вызовов для СССР в первой половине 1980-х гг.
83. Развитие культуры и искусства СССР в послевоенный период.
84. Период «перестройки» и распада СССР (1985–1991).
85. «Парад суверенитетов» — причины и следствия.
86. Обострение межнациональных конфликтов в к. 1980-нач. 1990-х гг.
87. Внешняя политика периода «перестройки»: «Новое мышление».
88. Культура СССР в период «перестройки».
89. Экономическое и социально-политическое развитие России в 1990-х гг.
90. Экономический кризис 1998 г. и его последствия.
91. Центробежные тенденции и их преодоление российским правительством.
92. Складывание и особенности многопартийности 1990-х гг.
93. Внешняя политика России в 1990-е годы.
94. Культура России в конце XX–XXI вв.
95. Основные тенденции, проблемы и противоречия мировой истории начала XXI в.

96. Постиндустриальное общество и информационная революция.
97. Государства на постсоветском пространстве в Европе и Азии.
98. Проблемы формирования новой системы международных отношений.
99. Экономическое и социально-политическое развитие России в начале XXI в. «Цифровой прорыв» — стремительное проникновение цифровых технологий во все отрасли жизни в России в нач. XXI в.
100. Внешняя политика в 2000–2022 гг.

8.4. Структура и примеры билетов для вид контроля из УП (_ семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*История России*» проводится в 2 и 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2,3,4,5 и 6,7,8 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой истории и политологии Н. М. Селивёрстова (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра истории и политологии
	Код и наименование направления подготовки 04.03.01 – «Химия»
Билет № 7 1. Русь в середине XII — начале XIII в.: формирование земель — самостоятельных политических образований («княжеств»). 2. Губернская реформа Екатерины II.	

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. История России: учебник для вузов / Под ред. Ю. А. Петрова. М. : Наука, 2024. 521 с. Учебник в свободном доступе располагается на официальном сайте Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по адресу:
https://minobrnauki.gov.ru/action/history_expert/documents/
2. Орлов А. С., Георгиев В. А, Георгиева Н. Г. История России. (с ил.). Уч., 2-е изд. М.: Проспект, 2020. 680 с.
2. История России: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ Н. А. Захарова, Л. Б. Брежнева, М. А. Голланд, Т. А. Левченкова, Н. М. Селиверстова, О. В. Шемякина ; под ред. Н. А. Захаровой. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 99 с.

Б. Дополнительная литература

1. История. Рабочая тетрадь: учебно-методическое пособие/ сост. Н. А. Захарова, Л. Б. Брежнева, Т. А. Левченкова, Н. М. Селивёрстова, О. В. Шемякина; под ред. Н. А. Захаровой. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 132 с.
2. Орлов А. С., Георгиев В. А., Георгиева Н. Г., Сивохина Т. А. Хрестоматия по истории России с древнейших времен до наших дней. Учебное пособие. М.: Проспект, 2010. 592 с.
3. Отечественная история: Учебное пособие/Акылакунова А. К., Брежнева Л. Б., Захарова Н. А., Панкратьева И. А., Селиверстова Н. М. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. 340 с.
4. Всемирная история в 2 ч. Часть 1. История древнего мира и средних веков. Учебник для академического бакалавриата/ Питулько Г. Н., Полохало Ю. Н., Стецкевич Е. С., Шишкин В. В. ; Под ред. Питулько Г.Н. М.: Издательство Юрайт, 2019. 129 с.
5. Всемирная история в 2 ч. Часть 2. История нового и новейшего времени. Учебник для академического бакалавриата/ Питулько Г. Н., Полохало Ю. Н., Стецкевич Е. С., Шишкин В. В. ; Под ред. Питулько Г.Н. М.: Издательство Юрайт , 2019. 296 с.
6. Тесты по отечественной истории: учебно-методическое пособие/сост. А. К. Акылакунова, Л. Б. Брежнева, М. А. Голланд, Е. А. Прокофьева, И. А. Панкратьева, Н. М. Селиверстова; под ред. Н. М. Селиверстовой. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 44 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научные журналы:

- Журнал «Вопросы истории» ISSN 0042-8779
- Журнал «Российская история» ISSN 0869-5687
- Электронный научно-образовательный журнал «История» ISSN 2079-8784 : <http://history.jes.su/about.html>

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.archeologia.ru/>

Портал электронных информационных ресурсов по археологии и истории Евразии с древности до нового времени. Основу Портала составляет открытая электронная библиотека по археологии, истории и смежным дисциплинам, включающая в себя научные и научно-популярные издания, учебники, статьи, публикации исторических источников и материалов раскопок, отчёты.

- <http://Annales.info/sbo/contens/vi.htm>

Архив журнала «Вопросы истории»

- Без срока давности // Безсрокадавности.pdf
- Документы XX века // <http://doc20vek.ru/>
- <http://www.hist.msu.ru/ER/index.html>

Библиотека электронных ресурсов исторического факультета Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова. Представлена полнотекстовая коллекция исторических первоисточников разных периодов отечественной и мировой истории.

- <http://www.hrono.info/>

ХРОНОС — всемирная история в Интернете (ХРОНОС) — Хронологические таблицы с древнейших времен до настоящего времени. Библиотека: исторические источники, книги, статьи. Биографический и предметный указатели. Генеалогические таблицы. Страны и государства. Перечень исторических организаций. Религии мира. Методика преподавания истории. Всемирная история в интернете. Множество материалов по истории России: «Русское время», Русь начальная по векам, всемирная история множество биографических материалов по историческим личностям, тематические таблицы: афинские архонты, римские консулы, военно-политическая хронология франков, история папства, крестовые походы (1096—1270 гг.), кровавая смута 1605—1618 годов, великая французская революция, русская культура в XVIII—XIX веке, революция в России 1905—1907, первая мировая война, революция 1917 г. в России, хроника распада России в 1917 году, гражданская война 1918—1920 в России, вторая мировая война, СССР при Хрущёве, карибский кризис, перестройка, войны и военные конфликты XX века и многое другое.

– <http://historic.ru/>

Всемирная история — Новости. Энциклопедия. Библиотека по истории. Карты электронной библиотеки. Исследования. Поиск по сайту. Ссылки.

– <http://historic.ru/about/author.shtml>

Проект «Всемирная история» создан в образовательных целях. Включает накопленный за советский период материал в виде книг, изданных в СССР, царской России и дополнен текущими исследованиями по всемирной истории и новостными статьями.

– <http://old-rus.narod.ru/>

Древнерусские карты. Хронограф. Великие князья и цари. Русские патриархи и митрополиты. Служилые чины и звания. Власть в древней Руси. Статьи и исследования.

– <http://www.praviteli.org/>

Целью создания данного электронного ресурса является изложение истории России и Советского Союза в контексте архонтологии — исторической дисциплины, изучающей историю должностей в государственных, международных, политических, религиозных и других общественных структурах. В число политических деятелей, чьи краткие биографии представлены в «Правителях России и Советского Союза» включены в основном те, кто занимал государственные посты, эквивалентные современным понятиям «глава государства» и «глава правительства». Также представлена информация о структуре высшего руководства Коммунистической партии Советского Союза и ее предшественников.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 32, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной

литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*История России*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория, обеспеченная компьютером и мультимедийным проектором (обеспечение презентаций лекций и самостоятельных разработок студентов).

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Карты по истории.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные и учебно-методические пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы, электронные презентации к разделам лекционных курсов.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие вопросы истории	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за зачет (2 семестр)

	(умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 2. Народы и государства на территории современной России в древности. Русь в IX – первой трети XIII вв.	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за зачет (2 семестр)

	дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 3. Русь в XIII–XV вв.	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими,	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за зачет (2 семестр)

	религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 4. Россия в XVI–XVII вв.	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами;	Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр) Оценка за зачет (2 семестр)

	– определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 5. Россия в XVIII веке.	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом	Оценка за контрольную работу №4 (2 семестр) Оценка за зачет (2 семестр)

	историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 6. Российская империя в XIX – начале XX в.	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и	Оценка за контрольную работу №5 (3 семестр) Оценка за зачет (3 семестр)

	русской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность русской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и русской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	

Раздел 7. Россия и СССР в советскую эпоху (1917–1991)	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания	Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр) Оценка за зачет (3 семестр)

	(рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 8 Современная Российская Федерация (1991–2022)	<i>Знает:</i> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <i>Умеет:</i> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <i>Владеет:</i> – навыками определять и аргументировано представлять	Оценка за контрольную работу №7 (3 семестр) Оценка за зачет (3 семестр)

	собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5.

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«История России»**

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

18.03.01 Химическая технология

19.03.01 Биотехнология

20.03.01 Техносферная безопасность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

27.03.01 Стандартизация и метрология

27.03.05 Инноватика

28.03.02 Наноинженерия

28.03.03 Наноматериалы

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Композиционные материалы»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н. доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии
А.Г. Мурадовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14 » мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Дисциплина **«Композиционные материалы»** относится к базовой части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физико-химия наноструктурированных материалов».

Цель дисциплины - ознакомить студентов с основными типами современных композиционных материалов, их физико-химическими свойствами и методами получения, показать перспективные направления развития композиционных материалов.

Задачи дисциплины:

формирование у обучающихся представлений об основных понятиях композиционных материалов, их получению, свойствах; ознакомление обучающихся с основными методами исследования композиционных материалов.

Дисциплина **«Композиционные материалы»** преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Композиционные материалы»** при подготовке бакалавров по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**, профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» направлено на формирование следующих компетенций:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанополенки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества металлических, неметаллических и композиционных	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	ПК-1.1. Знает основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов ПК-1.2. Умеет использовать на практике знания об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов ПК-1.3. Владеет методами поиска и анализа информации об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	материалов и наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе.			(уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к	- основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, наноматериалов и наносистем	ПК-3 Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по	ПК-3.1. Знает традиционные и новые технологические процессы получения и модификации материалов с целью повышения их конкурентоспособности	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных

решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров,	неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и	составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.2. Умеет использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах получения и обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов	материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
			ПК-3.3. Владеет методами получения и анализа информации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	

отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности.			

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

знать:

- основные типы композиционных материалов;
- физико-химические основы создания композиционных материалов;
- основные характеристики и свойства композиционных материалов различного назначения;

уметь:

- выбирать композиционные материалы для конкретных целей;

владеть:

- навыками анализа научно-технической литературы в области композиционных материалов;
- методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	3,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	0,89	32
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,11	76	2,11	76
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,2	2,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8		75,8
Виды контроля:				
Зачет с оценкой	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6 семестр	
	ЗЕ	Астрон. ч.	ЗЕ	Астрон. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	81	3,0	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	24	0,89	24
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12	0,45	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,11	57	2,11	57
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,2	2,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,8		56,8
Виды контроля:				
Зачет с оценкой	+	+	+	+

Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Основы композиционных материалов	42	8	6	28
1.1	Введение, основные определения, краткая характеристика композиционных материалов	8	2	-	6
1.2	Дисперсно-упрочненные композиционные материалы	10	2	2	6
1.3	Волокнистые и слоистые композиционные материалы	12	2	2	8
1.4	Композиционные материалы на металлической основе.	12	2	2	8
2	Типы композиционных материалов и области их применения	48	8	10	30
2.1	Керамические композиционные материалы	10	2	2	6
2.2	Углерод-углеродные композиционные материалы	12	2	2	8
2.3	Полимерные композиционные материалы	12	2	2	8
2.4	Наноккомпозиты	14	2	4	8
	Подготовка к зачету	18	-	-	18
	Всего часов	108	16	16	76

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы композиционных материалов

Введение, основные определения, краткая характеристика композиционных материалов. Основные определения. Типы связи на границе раздела фаз. Цели создания композитов. История композиционных материалов. Классификация композиционных материалов по материалу композиции, типу арматуры ее ориентации, способу получения композиции и изделий из них. Типы структур композитов. Достоинства и недостатки композиционных материалов.

Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Классификация композиционных материалов по структурному признаку. Основные группы дисперсно-упрочненных композиционных материалов. Технология получения дисперсно-упрочненных композиционных материалов.

Волокнистые и слоистые композиционные материалы. Волокнистые композиционные материалы, их классификация. Основы торможения разрушения волокнистых композиционных материалов. Методы получения волокон и нитевидных кристаллов. Классификация нитевидных кристаллов по размерам. Создание покрытия на поверхности и ориентирование нитевидных кристаллов. Слоистые композиционные материалы. Физические основы торможения разрушения в слоистых композиционных материалах, основные механизмы. Получение слоистых композиционных материалов.

Композиционные материалы на металлической основе. История металловедения. Металлы, их строение, кристаллизация. Типы кристаллических решеток. Композиционные материалы с металлической матрицей, классификация, применение. Методы получения металлокомпозитов. Волокнистые металлические композиционные материалы, их характеристика, свойства и методы получения. Области применения волокнистых металлических композиционных материалов. Свойства и методы получения псевдосплавов на основе железа. Эвтектические композиционные материалы. Дисперсно-упрочненные

композиционные материалы на основе алюминия (спеченные алюминиевые порошки). Дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе бериллия, магния, никеля, кобальта.

Раздел 2. Типы композиционных материалов и области их применения

Керамические композиционные материалы. Классификация и применение керамики. Тугоплавкие соединения переходных металлов. Классификация по химическому составу. Оксиды алюминия, циркония, двойные соединения и твердые растворы в системах. Тройные соединения. Бескислотные тугоплавкие соединения. Силаны. Технология получения керамических материалов. Процессы получения тонкодисперсных порошков. Процессы получения волокон и нитевидных кристаллов.

Углерод-углеродные композиционные материалы. Аллотропные модификации углерода. Классификация углеродных материалов. Особенности, армирующие каркасы углерод-углеродных композиционных материалов. Свойства, смачиваемость углеродных материалов. Технология получения углерод-углеродных композиционных материалов. Матрицы углерод-углеродных композиционных материалов. Требования к покрытиям углерод-углеродных композиционных материалов. Трещиностойкость. Применение углерод-углеродных композиционных материалов.

Полимерные композиционные материалы. Наполнители композиционных материалов. Наполнители для нанокомпозитов. Классификация полимерных композиционных материалов. Механизм взаимодействия компонентов полимерных композиционных материалов. Критическая длина волокон. Гибридные и градиентные армированные пластики с регулируемыми механическими свойствами. Матрицы полимерных композиционных материалов. Смолы. Типы ненасыщенных полиэфирных смол. Получение полимерных композитов. Полимерные нанокомпозиты на основе органогилин. Огнестойкие полимерные нанокомпозиты. Методы повышения огнестойкости. Нанометаллы как антипирены. Композиты на основе нановолокон.

Нанокомпозиты. Понятие термина «нанокомпозит». Классификация нанокомпозитов. Современный рынок нанокомпозитов. Виды керамических композитов, их состав. Керметы. Керамические нанокомпозиты, их виды. Применение нанокомпозитов. Нанопокрывания. Гибридные органо-неорганические композиты. Самоочищающийся бетон. Наполнители для нанокомпозитов (углеродные нанотрубки). Композиты на основе нановолокон. Области применения нановолокон. Получение полимерных нанокомпозитов. Слоистые силикаты – глинистые минералы. «Интеллектуальные» полимерные композиты. Пожарная опасность полимеров. Механизмы снижения горючести полимерных материалов. Производство замедлителей горения. Огнестойкие свойства нанокомпозитов на основе слоистых соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	1	2
Знать:		
– основные типы композиционных материалов;	-	+
– физико-химические основы создания композиционных материалов;	+	+
– основные характеристики и свойства композиционных материалов различного назначения;	+	+
Уметь:		

Компетенции	1	2
– выбирать композиционные материалы для конкретных целей;	-	+
Владеть:		
– навыками анализа научно-технической литературы в области композиционных материалов;	+	+
– методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций;	+	+
Код и наименование ПК		
ПК-1.1. Знает основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	+	+
ПК-1.2. Умеет использовать на практике знания об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	+	+
ПК-1.3. Владеет методами поиска и анализа информации об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 16 акад. часов (0,45 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Введение, основные определения, краткая характеристика композиционных материалов	2
2	1.2	Дисперсно-упрочненные композиционные материалы	2
3	1.3	Волокнистые и слоистые композиционные материалы	2
4	1.4	Композиционные материалы на металлической основе	2
5	2.1	Керамические композиционные материалы	2
6	2.2	Углерод-углеродные композиционные материалы	2
7	2.3	Полимерные композиционные материалы	2
8	2.4	Наноккомпозиты	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Композиционные материалы» не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины *«Композиционные материалы»* предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 76 часов (2,11 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовка реферата по указанным темам;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

На практических занятиях предусмотрена защита 2 рефератов. Максимальная оценка за один реферат составляет 10 баллов, всего за рефераты предусмотрено 20 баллов.

Подготовка и защита реферата

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (научной статьи или патента). Анализируется актуальность работы, описанной в статье или патенте, перспективность направления, достоинства, недостатки, практическая значимость и возможность внедрения. Максимальная оценка за реферат – 10 баллов. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

Примерная тематика реферативно-аналитической работы:

Максимальная оценка – 20 баллов.

1. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Применение, свойства, примеры.
2. Композитный порошок.
3. Керметы и их свойства. Применение, примеры.
4. Волокнистые композиционные материалы.
5. Слоистые композиционные материалы.
6. Нитевидные кристаллы. Получение, свойства и применение.
7. Кристаллизация металлов.

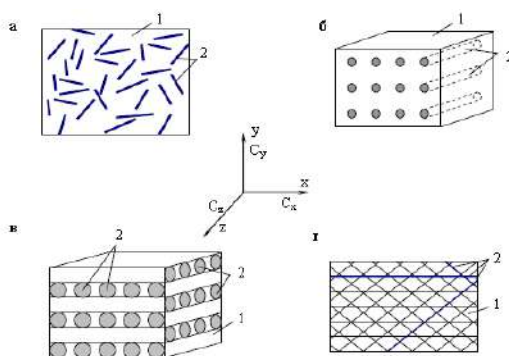
8. Композиционные материалы на металлической матрице.
9. Композиционные материалы на неметаллической матрице.
10. Псевдосплавы. Применение, свойства, примеры.
11. Тугоплавкие соединения переходных металлов.
12. Тонкодисперсные порошки.
13. Полимерные композиционные материалы с гибридной матрицей.
14. Керамические наноккомпозиты. Свойства, получение, примеры.
15. Модификаторы наноккомпозитов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Изучение материала каждого модуля заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольной работы составляет 20 баллов.

Раздел 1. Пример вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 10 вопросов тестовой части и один открытый вопрос.

1. Оксицерметы – это соединения с оксидной фазой:
 - а) керамической; б) металлической; в) с металлической и керамической;
 - г) все варианты правильные.
2. Граница раздела фаз между компонентами называется:
 - а) профаза; б) интерфаза; в) межфаза; г) нет правильного ответа
3. Где на рисунке изображен ортотропный волокнистый КМ?



4. Что не относится к механизму торможения трещин в СКМ?
 - а) затупление вершины трещины; б) ветвление трещины; в) расслоение композита; г) все ответы правильные.
5. Отметьте анизотропные КМ:
 - а) волокнистые; б) слоистые; в) дисперсно-упроченные; г) все ответы.
6. Наиболее точно характеризует *наноккомпозиты*:
 - а) размер наполнителя менее 100 нм; б) размеры прослойки менее 100 нм; в) размеры частиц одной из фаз менее 100 нм; г) размеры частиц хотя бы одной из фаз или размер прослойки между частицами менее 100 нм.
7. К модификациям диоксида циркония относятся:

а) моноклинная; б) тетрагональная; в) гексагональная; г) кубическая

8. Для получения композитного порошка «пластичная матрица – хрупкий наполнитель» ДУКМ методом внутреннего окисления можно взять следующую пару металлов:

а) Ag – матрица, Al – наполнитель; б) Al – матрица, Cu – наполнитель; в) Be – матрица, Ni – наполнитель; г) Cu – матрица, Cr – наполнитель.

9. К методам получения непрерывных волокон не относится:

а) экструзия; б) волочение; в) метод П-Ж-Т (пар-жидкость-твердое); г) пиролиз полимерных волокон.

10. Для чего применяют деформацию полуфабриката при изготовлении КМ «пластичная матрица – хрупкий наполнитель»?

а) увеличение пористости; б) уменьшение пористости; в) для получения листов полуфабриката; г) нет правильного ответа.

11. Перечислите методы получения СКМ. Более подробно расскажите о любом из методов.

Раздел 2. Пример вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 15 вопросов тестовой части.

1. Одним из методов получения УУКМ является метод CVI. Что это?

а) газофазный метод, основанный на увеличении пористости при фильтрации отдельных волокон по размерам с последующим их термическим разложением;

б) жидкофазный метод, основанный на уплотнении пористых волокнистых каркасов в процессе фильтрации через них газообразных химических прекурсоров, их разложения и осаждения матричного материала на поверхности нагретых армирующих волокон;

в) газофазный метод, основанный на уплотнении пористых волокнистых каркасов в процессе фильтрации через них газообразных химических прекурсоров, их гомогенного и гетерогенного термохимического разложения и осаждения матричного материала на поверхности нагретых армирующих волокон;

г) жидкофазный метод, основанный на увеличении пористости при фильтрации отдельных волокон по размерам с последующим их термическим разложением.

2. Граница раздела фаз между компонентами называется:

а) профаза; б) интерфаза; в) межфаза; г) нет правильного ответа

3. По химической природе связующего ПКМ делятся на:

а) волокна, нити, жгуты, ткани и т.д.; б) изотропные, анизотропные;

в) органические и неорганические; г) термореактивные и термопластичные.

4. Что не относится к механизму торможения трещин в СКМ?

а) затупление вершины трещины; б) ветвление трещины; в) расслоение композита; г) все ответы правильные.

5. Отметьте анизотропные КМ:

а) волокнистые; б) слоистые; в) дисперсно-упроченные; г) все ответы.

6. Наиболее точно характеризует нанокompозиты:

а) размер наполнителя менее 100 нм; б) размеры прослойки менее 100 нм; в) размеры частиц одной из фаз менее 100 нм; г) размеры частиц хотя бы одной из фаз или размер прослойки между частицами менее 100 нм.

7. К модификациям диоксида циркония относятся:

а) моноклинная; б) тетрагональная; в) гексагональная; г) кубическая

8. Для получения композитного порошка «пластичная матрица – хрупкий наполнитель» ДУКМ методом внутреннего окисления можно взять следующую пару металлов:

а) Ag – матрица, Al – наполнитель; б) Al – матрица, Cu – наполнитель; в) Be – матрица, Ni – наполнитель; г) Cu – матрица, Cr – наполнитель.

9. К методам получения непрерывных волокон не относится:

а) экструзия; б) волочение; в) метод П-Ж-Т (пар-жидкость-твердое); г) пиролиз полимерных волокон.

10. Для чего применяют деформацию полуфабриката при изготовлении КМ «пластичная матрица – хрупкий наполнитель»?

а) увеличение пористости; б) уменьшение пористости; в) для получения листов полуфабриката; г) нет правильного ответа.

11. Полимеризация in-situ это:

а) введение наполнителя в расплавленный полимер; б) смешение дисперсии частиц наполнителя с раствором полимеров с дальнейшим выпариванием растворителя; в) диспергирование наполнителя в мономере, а затем полимеризация, совместно с захваченными наночастицами; г) коагулирование раствора полимера с введенным в него наполнителем путем изменения химического состава

12. СВС – процесс, который происходит:

а) в твердой фазе; б) в жидкой фазе; в) в газовой фазе; г) нет правильного ответа

13. Композиционные материалы, состоящие из двух или более металлоподобных фаз, не взаимодействующих или слабо взаимодействующих между собой это:

а) эвтектические МКМ; б) псевдосплавы; г) гибридные МКМ; д) нет правильного ответа.

14. Процесс получения сверхтонких нитей (нановолокон) и продукции из них под действием электростатических сил называется:

а) экструзия; б) электроплавление; в) электроформование; г) электрополимеризация.

15. Композиционный материал с термореактивной полимерной матрицей характеризуется:

а) Ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями между молекулами; б) химическим взаимодействием между молекулами; в) отсутствием взаимодействия между молекулами; г) нет правильного ответа

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)

Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде 2 вопросов, по 10 баллов за вопрос.

Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Матрицы для композиционных материалов.
2. Армирующие компоненты для композиционных материалов.
3. Типы связи на границе раздела фаз.
4. Композиционные материалы. Определение, классификация, применение.
5. Достоинства и недостатки композиционных материалов.
6. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
7. Керамические композиционные материалы.
8. Полимерные композиционные материалы.
9. Углерод-углеродные композиционные материалы.
10. Наноккомпозиты.
11. Композиционные материалы на металлической основе.
12. Композиционные материалы на неметаллической основе.
13. Гибридные композиционные материалы.
14. Слоистые композиционные материалы.

15. Волокнистые композиционные материалы.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4 Структура и примеры билетов для итогового контроля (зачет с оценкой)

Зачет с оценкой по дисциплине «Композиционные материалы» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным модулям. Ответы на вопросы **зачета с оценкой** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии _____ Королева М.Ю..	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» Магистерская программа – «Химическая технология Профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» Квалификация «бакалавр»
	Композиционные материалы
Билет № 1	
1. Армирующие компоненты для композиционных материалов. 2. Композиционные материалы. Определение, классификация, применение.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Е. Н. Субчева. Композиционные материалы. Классификация, особенности свойств, применение и технология получения: учебное пособие /. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. - 128 с.

Б. Дополнительная литература

1. Власов С.В., Кандырин Л.Б., Кулезнев В.Н. и др. Основы технологии переработки пластмасс: учебник для студ. вузов /. - М. : Химия, 2004. - 600 с.

2. Дорошенко Ю.Е., Лебедева Е.Д.. Связующие для композиционных полимерных материалов: учебное пособие /. - М. : РХТУ. Издат. центр, 2003. - 56 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
3. Журнал «Журнал неорганической химии», ISSN 0044-457X
4. ACS Nano Print Edition ISSN: 1936-0851, Web Edition ISSN: 1936-086X
5. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com, www.scopus.com.
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **«Материаловедение и технологии материалов»**);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);
- Положение об организации и использовании электронного обучения и

дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Композиционные материалы» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ и реферативно-аналитических работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов заканчивается контролем его освоения в форме 2 контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов за каждую контрольную работу) и зачетом с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного

образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Композиционные материалы»*, является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области создания и производства новых магнитных наноматериалов.

На первом вводном занятии рассматриваются основы композиционных материалов.

При рассмотрении классификации композиционных материалов преподавателю необходимо уделить особенное внимание обзору основных, наиболее распространённых композиционных материалов. Необходимо развить у студентов легкость в понимании данного курса.

При рассмотрении технологии получения различных композиционных материалов стоит уделить внимание практическим аспектам данных явлений — применение, актуальность и свойства.

В ходе рассмотрения всех модулей и разделов курса основной задачей преподавателя является дать студентам представление о возможностях практического использования композиционных материалов, способах получения и основных характеристиках.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок строительных материалов.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-

методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Композиционные материалы» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копирующие аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	• Access • Publisher • InfoPath				
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы композиционных материалов	Знает: — физико-химические основы создания композиционных материалов; — основные характеристики и свойства композиционных материалов	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за реферат. Оценка на зачёте.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	различного назначения; Умеет: – выбирать композиционные материалы для конкретных целей; Владеть: – навыками анализа научно-технической литературы в области композиционных материалов; – методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций;	
Раздел 2. Типы композиционных материалов и области их применения	Знает: – основные типы композиционных материалов; – физико-химические основы создания композиционных материалов; – основные характеристики и свойства композиционных материалов различного назначения; Умеет: – выбирать композиционные материалы для конкретных целей; Владеет: – навыками анализа научно-технической литературы в области композиционных материалов; – методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций;	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за реферат. Оценка на зачёте.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом

университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Лабораторный практикум по органической химии»**

**Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

**Профили подготовки – «Материаловедение для фотоники и
электроники»
«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»
«Электрохимия в материаловедении»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена заведующим кафедрой органической химии д.х.н., профессор РАН А.Е. Щекотихиным, доцентом, к.х.н. И.О. Акчуриным, доцентом, к.х.н. Пожарской Н.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры органической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «30» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов профиль «Материаловедение для фотоники и электроники», «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», «Электрохимия в материаловедении», накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой органической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Дисциплина «Лабораторный практикум по органической химии» относится к базовой части блока 1 дисциплин учебного плана (Б1.О.05.05). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математических и естественнонаучных дисциплин и дисциплины «Органическая химия».

Целью дисциплины является приобретение студентами основных знаний и навыков для осуществления синтеза органических веществ.

Основными задачами дисциплины являются: формирование навыков работы в химической лаборатории; обучения основным методам идентификации органических соединений по совокупности химических свойств; ознакомление студентов с основными принципами техники безопасности при работе в лаборатории органической химии; обучение основным методам очистки, разделения и идентификации органических соединений; обучение планированию синтеза органических соединений; обучение методам определения температур кипения, плавления и коэффициента преломления.

Дисциплина «Лабораторный практикум по органической химии» преподается в 3 и 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественно-научные и инженерные знания	ОПК-1.2 Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- принципы безопасного обращения с органическими соединениями;

- методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси;
- теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ;
- экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам;
- основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;
- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;
- выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения;
- представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов;
- выбрать способ идентификации органического соединения.

Владеть:

- комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- экспериментальными методами проведения органических синтезов.
- основными методами идентификации органических соединений
- приемами обработки и выделения синтезированных веществ;
- знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

3. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	2	72	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	1,33	48	1,33	48
Лекции	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	96	1,33	48	1,33	48
Самостоятельная работа	1,33	48	0,67	24	0,67	24
Вид итогового контроля:			Зачёт		Зачёт с оценкой	

Вид учебной работы	Всего	Семестр	
		3 семестр	4 семестр

	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108	2	54	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	72	1,33	36	1,33	36
Лекции	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	72	1,33	36	1,33	36
Самостоятельная работа	1,33	36	0,67	18	0,67	18
Вид итогового контроля:			Зачёт		Зачёт с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. работа
3 семестр						
1	Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»	14	-	-	8	6
1.1	Правила безопасной работы в лаборатории органической химии	4	-	-	2	2
1.2	Методы работы в лаборатории органической химии	4	-	-	2	2
1.3	Лабораторная посуда, оборудование и приборы	6	-	-	4	2
2	Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»	32	-	-	22	10
2.1	Хроматография	6	-	-	4	2
2.2	Методы очистки жидких веществ. Перегонка.	11	-	-	8	3
2.3	Методы очистки твердых веществ.	15	-	-	10	5
3	Раздел 3. «Синтез органических соединений»	26	-	-	18	8
3.1	Синтез органического вещества	26			18	8
	Итого	72	-	-	48	24
4 семестр						
4.	Раздел 4. «Практический органический синтез»	72	-	-	48	24
	Всего часов	72	-	-	48	24

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»

1.1 Правила безопасной работы в лаборатории органической химии

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

1.2 Методы работы в лаборатории органической химии

Общие методы работы в лаборатории органической химии. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.

1.3 Лабораторная посуда, оборудование и приборы

Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Приборы для определения температуры плавления. Весы. Термометр. Роторный испаритель. Рефрактометр.

Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»

2.1 Хроматография

Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ). Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания. Коэффициент распределения. Работа с капиллярами.

2.2 Методы очистки жидких веществ. Перегонка

Экстракция, для извлечения (выделения) органического вещества из воды. Экстракция с помощью делительной воронки. Высушивание экстрактов осушителем. Перегонка. Виды перегонки (фракционная, вакуумная, перегонка с паром, при атмосферном давлении). Высушивание жидкостей. Осушители. Определение температуры кипения и коэффициента преломления. Фракционная перегонка. Работа с фильтровальной бумагой. Отгонка растворителя.

2.3 Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Температура возгонки и температура плавления, возгоняющегося вещества. Прибор для возгонки. Переосаждение. Перекристаллизация. Этапы перекристаллизации. Подбор растворителя. Насыщенный раствор. Горячее фильтрование, вакуумная фильтрация. Определение температуры плавления. Температура плавления смешанной пробы.

Раздел 3. «Синтез органических соединений»

3.1 Синтез органического вещества

Цели и задачи эксперимента в органическом синтезе. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта. Синтезы веществ различных классов органических соединений. Проведение экспериментальных методов исследования реакций.

Раздел 4. «Практический органический синтез».

Анализом и практическое осуществление синтеза. Написание механизма реакции в соответствии с прописью предоставленной методики синтеза, анализ побочных и конкурирующих процессов синтеза, подбор оборудования и сборка установки, ведение лабораторного журнала, соблюдение техники безопасности, получение вещества его очистка и анализ с помощью изученных физико-химических методов. Практическое применение полученного соединения.

Проведение реакций, протекающих по механизмам:

- нуклеофильного замещения – синтез галогеналканов;

- нуклеофильного присоединения – синтез сложных эфиров карбоновых кислот, амидов карбоновых кислот, азотсодержащих альдегидов и кетонов;
- электрофильного замещения в ароматическом ряду – реакции нитрования, бромирования, сульфирования;
- реакций диазотирования и азосочетания;
- реакций окисления и восстановления

Синтез фармсубстанций, диагностических реагентов, ароматических веществ, природных детергентов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	технику безопасности в лаборатории органической химии	+			
2	принципы безопасного обращения с органическими соединениями	+	+	+	+
3	методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси		+		
4	теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ	+	+	+	+
5	экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам			+	+
6	основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений			+	+
	Уметь:				
4	применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач	+	+	+	+
5	сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения			+	+
6	синтезировать соединения по предложенной методике			+	+
7	провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии			+	+
8	выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения		+	+	+
9	представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик			+	+
10	проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов			+	+
11	выбрать способ идентификации органического соединения	+	+	+	+
	Владеть:				
12	комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач	+	+	+	+
13	экспериментальными методами проведения органических синтезов		+	+	+

14	основными методами идентификации органических соединений		+	+	+
15	приемами обработки и выделения синтезированных веществ		+	+	+
16	знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов		+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	+	+	+
17	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественно-научные и инженерные знания	ОПК-1.2 Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при решении задач профессиональной деятельности			+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом проведение практических занятий по дисциплине «Лабораторный практикум по органической химии» не предусмотрено.

6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Программой дисциплины «Лабораторный практикум по органической химии» выполняется в соответствии с Учебным планом в 3 и 4 семестрах и занимает 144 акад. ч. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины.

В практикум входит 6 работ в 3 семестре – 3 общие работы по очистке и идентификации орг. в-в, 1-работа по лабораторному оборудованию и 1 обязательный синтез.

В 4 семестре необходимо выполнить 5 синтетических работ.

Количество синтетических работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
3 семестр			
1	1.1, 1.2, 1.3	Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии. Методы и правила работы.	2
2	1.1, 2.1	Хроматография. Виды хроматографии. Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания.	4
3	1-2	Лабораторная посуда, оборудование и приборы. Общие методы работы в лаборатории органической химии. Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.	6
4	1.1, 2.2	Методы очистки жидких веществ. Простая и фракционная перегонка. Перегонка при атмосферном и пониженном давлении. Методы выделения органических веществ из реакционной смеси. Экстракция. Перегонка с водяным паром. Отгонка растворителя.	6
5	1.1, 2.3	Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Пересаживание. Перекристаллизация. Определение температуры плавления. Метод «смешанной пробы», депрессия температуры плавления.	6
6	1-2	Опрос по проделанным практическим работам. Лабораторные установки	6
7	1.1, 3.1	Синтез органического соединения №1 Общие правила подготовки и проведения синтеза. Задача и	12

		сущность эксперимента. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта.	
8	1-3	Итоговая работа	6
4 семестр			
1-8	1- 4	Синтез органического соединения 1-4 Общие правила подготовки и проведения синтеза. Задача и сущность эксперимента. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта.	48

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по лабораторному практикуму (3 семестр);
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по лабораторному практикуму (4 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме зачета в 3 семестре (максимальная оценка 40 баллов) и зачета с оценкой в 4 семестре (максимальная оценка 40 баллов).

Для текущего контроля предусмотрен устный опрос (по каждой лабораторной работе).

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума в 3 семестре составляет 100 баллов. Максимальная оценка лабораторных работ: Лабораторная посуда и оборудование-10 баллов; Хроматография -10 баллов; Перегонка -10 баллов, перекристаллизация- 10 баллов.

Опрос-коллоквиум по разделам 1-2 -10 баллов.

Обязательный синтезов оценивается в 10 баллов. Оценка синтеза складывается из двух частей: допуск-коллоквиум (4 балла), выполнение работы и защита работы (6 баллов). Выполнение лабораторного практикума (3семестр) завершается итоговой контрольной работой максимально 40 баллов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума в 4 семестре составляет 100 баллов. Максимальная оценка синтетических лабораторных работ

60 баллов. Оценка каждого синтеза складывается из 4 частей: допуск-коллоквиум (4 балла), выполнение работы (4 балла) и защита работы (4 балла).

Выполнение лабораторного практикума завершается итоговой зачетной работой максимально 40 баллов.

Количество практических работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

8.1. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТИВНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.

Программой дисциплины «Органическая химия» реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. ПРИМЕРЫ ВОПРОСОВ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Вопросы к теме “безопасные методы работы в лаборатории органической химии”

- 1) Каковы меры предосторожности при работе с бромом?
- 2) Меры предосторожности при работе со стеклом.
- 3) Меры предосторожности при работе с ЛВЖ.
- 4) Что делать, если в глаза попала щёлочь?

Тестовый формат:

1. Что делать, если в глаза попала щёлочь?

+	обильно промыть глаза водой, а затем (2%-м) раствором борной кислоты, снова водой
	обильно промыть глаза водой, а затем (2%-м) раствором уксусной кислоты, снова водой
	промыть глаза (2%-м) раствором борной кислоты
	обильно промыть глаза водой
	глаза промыть водным раствором (2%-м) спирта и водой

2. Что делать, если в глаза попала кислота?

+	обильно промыть глаза водой
	обильно промыть глаза водой, а затем раствором (2%-м) соды, снова водой
	промыть глаза раствором (2%-м) соды
	глаза промыть водным раствором (2%-м) спирта и водой
	промыть глаза (2%-м) раствором соды, затем снова водой

3. Что делать при попадании на кожу серной, азотной, соляной и уксусной кислот, а также оксидов азота?

+	обмыть пораженное место большим количеством воды, а затем раствором (5% -м) гидрокарбоната натрия, затем снова водой
	обмыть пораженное место большим количеством воды
	обмыть пораженное место (5% -м) раствором гидрокарбоната натрия, затем большим количеством воды
	обмыть пораженное место (5% -м) раствором гидрокарбоната натрия
	обмыть пораженное место водным (2%-м) раствором спирта и водой

4. При возгорании объекта – одежда на человеке необходимо:

+	Набросить на объект суконное или асбестовое одеяло
+	Полить водой

+	Повалить на пол
	Погасить горелки
	Эвакуировать горящего под работающий вытяжной шкаф
	Звонить в службу спасения
	Включить пожарную тревогу

2. Вопросы к теме “экстракция”

1. На чем основан метод экстракции?
2. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель, применяемый для экстракции?
3. Какие растворители наиболее часто применяются для экстракции?
4. Как понизить растворимость в воде экстрагируемого вещества и растворителя?
5. Какую посуду применяют для экстракции?

Тестовый формат к теме “методы очистки и идентификации орг.в-в” и лабораторная посуда:

1. Установите соответствие

Метод очистки и разделения твёрдых и жидких веществ	Хроматография
Метод очистки твёрдых веществ	Перекристаллизация
Метод очистки жидких	Фракционная перегонка
Извлечение вещества из смеси с помощью растворителя	Экстракция
	Упаривание
	Растворение
	Переосаждение
	Высаливание

2) Установите соответствие между фотографией и названием лабораторной посуды

	Воронка Бюхнера
	Химическая воронка
	Делительная воронка
	Воронка Шотта
	Воронка Хирша

3. Вопросы к темам “перегонка, перегонка с паром, фракционная перегонка”

1. Каких целей достигают перегонкой?
2. Что называют температурой кипения вещества, как она может быть понижена?
3. По каким признакам можно отличить перегонку смеси от перегонки индивидуального вещества?
4. Почему перед перегонкой жидкого органического вещества его необходимо освободить от влаги? Как это можно сделать?
5. Опишите, какие этапы включает осушение жидкого органического вещества и как последнее отделяют от осушителя?

Тестовый формат:

1) Выберите все правильные названия видов перегонки:

+	с паром
+	вакуумная
+	фракционная
+	при атмосферном давлении
	под паром

2) Чем отличаются приборы для перегонки высококипящих жидкостей от приборов для перегонки низкокипящих жидкостей? (выбрать верные утверждения)

+	При перегонке низкокипящих жидкостей используют холодильник Либиха, а для высококипящих - воздушный
+	Колба Вюрца с высокоприсоединенным отводом-для низкокипящих жидкостей, для высококипящих-с низким отводом
	Аллонж с отводом служит для перегонки низкокипящих жидкостей, аллонж без отвода – для высококипящих жидкостей
	Колба Кляйзена используется для перегонки высококипящих жидкостей, а колба Вюрца для низкокипящих

3) Что такое температура кипения? (выбрать верное определение)

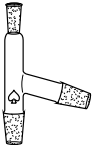
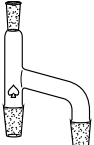
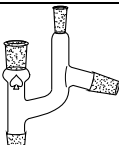
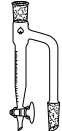
+	Температурой кипения жидкости называется температура, при которой давление пара жидкости в каждой точке над ее поверхностью равно атмосферному давлению.
	Температурой кипения жидкости – это интервал температур от начала до конца отгонки фракции.
	Температурой кипения жидкости называется температура, совпадающая с температурой конденсации её паров
	Температурой кипения жидкости называется температура, при которой температура пара жидкости в каждой точке над ее поверхностью равно внутренней.

4. Вопросы к теме “перекристаллизация”

1. На чем основан метод перекристаллизации?
2. Основные этапы процесса перекристаллизации.
3. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель для перекристаллизации и как его подбирают?
4. Как готовят насыщенный раствор вещества в легколетучем растворителе? В воде?
5. Зачем и когда вносят активированный уголь в раствор? Какие меры предосторожности необходимо при этом принять?

Тестовый формат:

1) Отметьте посуду, которая понадобится для сборки прибора для перекристаллизации

	+
	
	
	+
	
	
	+
	
	
	

2) Что такое температура плавления?

+	Температура плавления- это интервал температур от начала до окончания плавления
	Температура плавления- это температура перехода твёрдого в-ва в жидкую фазу
	Температура плавления – это температура расплава твёрдого вещества
	Температура плавления – это температура при атмосферном давлении, при которой вещество меняет своё агрегатное состояние с твёрдого на жидкое

3) На чем основан метод перекристаллизации?

+	Метод основан на различной растворимости очищаемого вещества и примесей в одном и том же горячем и холодном растворителе (при одной и той же температуре).
	Метод основан на возможности очищаемого вещества переходить в раствор, а затем кристаллизоваться из него
	Метод основан на возможности перекристаллизуемого вещества кристаллизоваться из воды
	Метод основан на невозможности примесей кристаллизоваться из раствора

4) Кристаллы от маточного раствора отделяют (выберите правильное утверждение)

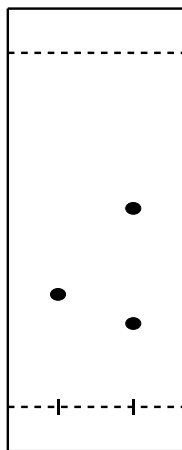
+	вакуумным фильтрованием
	фильтрованием через складчатый фильтр с обогревом
	фильтрованием через складчатый фильтр с охлаждением
	декантацией

5. Вопросы к теме "хроматография"

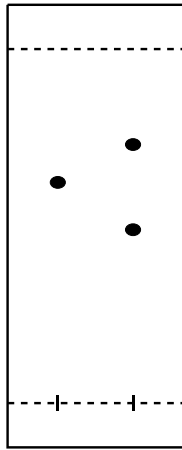
1. Что такое хроматография?
2. Для каких целей используется хроматография?
3. Классификация хроматографических методов в зависимости от применяемых фаз.
4. Какие задачи можно решить с помощью качественного хроматографического анализа?
5. Перечислите основные операции, из которых состоит процесс проведения тонкослойной хроматографии.

Тестовый формат:

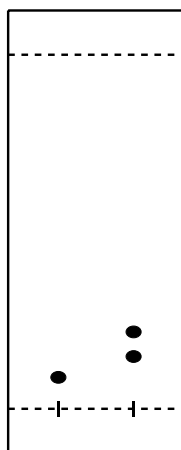
1) Какая хроматограмма была поставлена в более полярном элюенте, чем другие? Введите её номер.



1



2



3



4

2) Элюотропный ряд представляет собой ряд

+	растворителей от менее полярного к более полярному
	элюентов по степени сорбции
	элюентов по растворяющей способности
	растворителей по степени абсорбции

3) Коэффициент R_f в ТСХ зависит

+	от вида хроматографической пластины

	от давления
	от степени нагревания
	от количества элюента

4) Хроматография по Цвету это:

+	Колоночная хроматография для разделения и очистки в-в, движущихся по колонке сверху вниз под действием элюента
	Колоночная хроматография для разделения и очистки в-в, движущихся по колонке снизу вверх под действием элюента
	Вид хроматографии, позволяющий разделять компоненты смеси в зависимости от их цвета
	Вид хроматографии, позволяющий выделить один компонент из смеси отличный от иных по цвету

6. Вопросы к синтезам:

- 1) Мольные отношения исходных веществ: а) по уравнению реакции; б) взятые в реакции.
- 2) Характеристика исходных веществ: а) химические свойства; б) физические свойства и физиологическое действие.
- 3) Расчет теоретического выхода.
- 4) Схема прибора для проведения реакции.
- 5) При какой температуре проводится. Каковы Ваши действия? Почему?

Тестовый формат:

1) Побочный продукт в синтезе бутилацетата:

+	Дибутиловый эфир
	Уксусный ангидрид
	Этилацетат
	Бутиловый эфир

2) Какой из компонентов реакции был взят в стехиометрическом недостатке в синтезе бутилацетата?

+	Серная кислота
	Уксусная кислота
	Бутиловый спирт
	Бутилацетат

3) С какой целью в синтезе бутилацетата отводили воду из реакционной смеси?

+	С целью смещения равновесия реакции вправо
	С целью смещения равновесия реакции влево
	С целью получения одного продукта
	С целью исключения образования побочных продуктов

4) Активированный уголь в синтезе ацетанилида по Шоттен-Бауму может понадобиться (выберите все верные утверждения)

+	при перекристаллизации ацетанилида
+	для устранения окраски из раствора солянокислого анилина в воде
	для устранения окраски из раствора анилина в воде
	для устранения окраски из раствора уксусного ангидрида в воде
	при отгонке избытка уксусного ангидрида

5) Для чего нужна соляная кислота в синтезе ацетанилида по Шоттен-Бауману ?

+	перевести анилин в растворимую в воде соль
	перевести анилин в активную реакционноспособную форму
	катализировать реакцию за счёт протонирования карбонильного углерода ангидрида
	протонирование ангидрида для облегчения присоединения нуклеофила (анилина)

7. Задачи:

Произведите разделение смеси веществ, используя различие в их химических свойствах в сочетании с физическими методами выделения (т. пл. и т. кип. приведены в °С для того, чтобы знать агрегатное состояние вещества). Иногда смесь состоит из жидкого вещества и растворенного в нем твердого.

1. Ацетанилид (т. пл. 113°C) и анилин (т. кип. 184.4°C).
2. Бензальдегид (т. кип. 179°C) и коричная кислота (т. пл. 133°C).
3. Бензиловый спирт (т. кип. 205°C), бензальдегид (т. кип. 179°C) и бензойная кислота (т. пл. 122°C).
4. п-Бромацетанилид (т. пл. 166°C) и п-броманилин (т. пл. 66°C).
5. Иодбензол (т. кип. 189°C) и анилин (т. кип. 184°C).

8.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В 3 семестре **итоговая работа** включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов каждый. Максимальное количество баллов – 40 баллов.

В 4 семестре **зачётный билет** включает контрольные вопросы по разделу 4 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов каждый. Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов.

8.3.1. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ЗАЧЕТ (3 СЕМЕСТР)

В 3 семестре итоговая контрольная работа включает вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов каждый. Максимальная оценка – **40 баллов**.

1. Какие методы очистки твердых веществ вы знаете?
2. Какие методы очистки жидких веществ вы знаете?
3. Какие виды перегонки можно использовать для очистки твёрдых веществ?
4. Как следить за ходом реакции с помощью ТСХ?
5. Как определить температуру плавления возгоняемого вещества?
6. Как определить температуру плавления? Схема прибора.
7. Сколько фракций можно получить при очистке смеси из трёх веществ?
8. Сколько фракций можно получить при очистке смеси из двух веществ?
9. Сколько фракций можно получить при очистке смеси из пяти веществ?
10. Что такое фракция?

11. Каков принцип работы дефлегматора?
12. Какой набор посуды необходим для фракционной перегонки?
13. Какой набор посуды необходим для перекристаллизации?
14. Какой набор посуды необходим для перегонки с паром?
15. Какой набор посуды необходим для вакуумной перегонки?
16. Какой набор посуды необходим для перегонки низкокипящих веществ?
17. Какой набор посуды необходим для проведения возгонки?
18. Какой набор посуды необходим для вакуумной фильтрации? В случае микроколичеств?
19. Какой набор посуды необходим для перегонки высококипящих веществ?
20. Каковы основные принципы «зеленой химии»?
21. Каким методом из физико-химических методов очистки можно воспользоваться для очистки аспирина. Напишите стадии выбранного метода.
22. Напишите побочные реакции при синтезе этилацетата методом этерификации.
23. Рассмотрите механизм реакции этерификации и объясните какова роль серной кислоты как катализатора?
24. Какие соединения могут быть использованы для синтеза альдегидов по реакции Гриньяра?
25. Какие классы соединений можно получить из карбоновой кислоты? Напишите все возможные реакции.
26. Приведите не менее трех реакций, приводящих к образованию бензилового спирта, используя различные исходные соединения.
27. Приведите реакции, иллюстрирующие свойства бензолдиазония.
28. Какие из реакций бензолдиазония протекают с выделением азота? Приведите примеры.
29. Какие из реакций бензолдиазония протекают без выделением азота? Приведите примеры.
30. При каких значениях pH проводятся реакции азосочетания метанитрофенилдиазоний хлорида с фенолом и N,N-диметиланилином? Напишите соответствующие реакции.
31. При каких значениях pH проводится реакции азосочетания бензолдиазоний хлорида с фенолом? Ответ обоснуйте. Приведите механизм.
32. При каких значениях pH проводится реакции азосочетания бензолдиазоний хлорида с N,N-диметиланилином? Ответ обоснуйте. Приведите механизм.
33. Будет ли реагировать метиламин в условиях реакции диазотирования? Если да, то приведите уравнение соответствующей реакции.
34. Будет ли реагировать диметиламин в условиях реакции диазотирования? Если да, то приведите уравнение соответствующей реакции.
35. Будет ли реагировать триметиламин в условиях реакции диазотирования? Если да, то приведите уравнение соответствующей реакции.
36. Будет ли реагировать N-метиланилин в условиях реакции диазотирования? Если да, то приведите уравнение соответствующей реакции.
37. Будет ли реагировать N,N-метиланилин в условиях реакции диазотирования? Если да, то приведите уравнение соответствующей реакции.
38. Будет ли реагировать бензиламин в условиях реакции диазотирования? Если да, то приведите уравнение соответствующей реакции.
39. Приведите примеры качественных реакций на альдегидную группу.
40. Как получить фенилгидразин из анилина? Напишите соответствующую схему.
41. Приведите механизм щелочного гидролиза сложного эфира. Чем он отличается от кислотного?
42. Приведите механизм кислотнокатализируемого гидролиза сложного эфира. Чем он отличается от щелочного?

43. Действием каких реагентов можно заместить гидроксильную группу в спиртах на бром?
44. Действием каких реагентов можно заместить гидроксильную группу в спиртах на хлор?
45. Сравните скорости реакций нитрования бензола, хлорбензола, нитробензола, толуола.
46. Сравните скорости диазотирования 4-нитроанилина, анилина и 4-метоксианилина.
47. Каков механизм нитрования бензола нитрующей смесью? Какие ещё нитрующие агенты вы знаете.
48. В какое положение преимущественно будет вступать нитрогруппа при нитровании этилбензола нитрующей смесью?
49. В какое положение преимущественно будет вступать нитрогруппа при нитровании этилбензола разбавленной азотной кислотой при нагревании и повышенном давлении?
50. Какой катализатор используется в реакции Кляйзена-Шмидта? Приведите пример реакции и ее механизм.

8.3.2. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ (4 СЕМЕСТР)

- методы очистки, выделения и идентификации продукта;
- возможные побочные реакции;
- для чего и в каком соотношении нужен каждый из реагентов в схеме ключевой реакции синтеза;
- что будет при изменении температурного режима реакции;
- можно ли и как оптимизировать процесс?

Список возможных соединений для зачета: бензальанилин, 4- броманилин, 4- нитроанилин, 4- нитрофенол, 4- нитрозофенол, анилин, фенол, галогенобензол, толуол, фенилацетат, бутилацетат, бутилбромид, бензохинон, 2-хлорбензойная кислота.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. СТРУКТУРА И ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА (3 СЕМЕСТР) И ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ (4 СЕМЕСТР)

8.4. 1. Структура и примеры билетов для зачета (3 семестр)

Итоговая контрольная работа по дисциплине «Лабораторный практикум по органической химии» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по 1-3 разделам учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за каждый вопрос - 10 баллов.

Пример билета для итоговой контрольной работы (3 семестр):

Билет 1

I Правила и методы работы в лаборатории органической химии. Хроматография.

- 1) Для каких целей используется хроматография?
- 2) Каковы меры предосторожности при работе с бромом?

II Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений

- 1) На чем основан метод перекристаллизации?
- 2) Как перегоняют смеси веществ с близкими температурами кипения?

III Синтез органического вещества

- 1) Какие операции, и в какой последовательности проводят для выделения нитросоединения из реакционной массы в Вашем синтезе?
- 2) Какие методы очистки твердых веществ вы знаете?

IV Задача

Произведите разделение смеси веществ:

Ацетанилид (т. пл. 113°C) и анилин (т. кип. 184.4°C),

используя различие в их химических свойствах в сочетании с физическими методами выделения (т. пл. и т. кип. приведены в °C для того, чтобы знать агрегатное состояние вещества). Иногда смесь состоит из жидкого вещества и растворенного в нем твердого.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	10	10	10	10	40

Тестовый формат билета

Билет в тестовом формате в системе Moodle состоит из 20 вопросов по разделам курса 1-3.

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Что делать, если в глаза попала щёлочь?

- ☐ a. обильно промыть глаза водой, а затем (2%-м) раствором борной кислоты, снова водой
- ☐ b. обильно промыть глаза водой
- ☐ c. промыть глаза (2%-м) раствором борной кислоты
- ☐ d. обильно промыть глаза водой, а затем (2%-м) раствором уксусной кислоты, снова водой
- ☐ e. глаза промыть водным раствором (2%-м) спирта и водой

Вопрос 2

Пока нет ответа

Балл: 3,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Определите комплекс мер, необходимый для избежания поломки лабораторной установки (собранный из стеклянной посуды), выброса из него продукта, взрыва или загорания веществ:

- ☐ a. Использовать при сборке установки пластиковые крепления и вакуумную смазку
- ☐ b. Использовать при сборке одноразовую посуду
- ☐ c. Не использовать ртутные термометры
- ☐ d. проверить имеет ли собранный прибор сообщение с атмосферой
- ☐ e. перед началом нагревания бросить в реакционную массу кусочек неглазурованного фарфора
- ☐ f. перед сборкой прибора убедиться в отсутствии трещин и других дефектов деталей прибора, лабораторной посуды

Вопрос 3

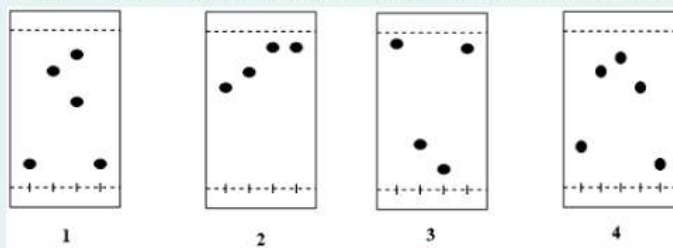
Пока нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

На какой хроматограмме присутствует двухкомпонентная смесь? Введите её номер.



Ответ:

Вопрос 4

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Для обнаружения бесцветных веществ на хроматограмме можно использовать (укажите верный вариант)

- ☐ a. пары йода
- ☐ b. пары аммиака
- ☐ c. пары воды
- ☐ d. пары брома

Вопрос 5

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Хроматография бывает:

- ☐ a. ионнезависимая
- ☐ b. радикалонеинзависимая
- ☐ c. радикалообменная
- ☐ d. ионообменная

Вопрос 6

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Тонкослойную хроматографию можно использовать для (закончить утверждение)

- ☐ a. количественного выделения целевого компонента из реакционной смеси
- ☐ b. для качественного анализа смеси
- ☐ c. для качественного определения воды
- ☐ d. для очистки цветных веществ

Вопрос 7

Пока нет
ответа

Балл: 2,00

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Установите соответствие

Метод разделения жидких и твёрдых веществ

Выберите...

Метод очистки твёрдых веществ

Выберите...

Метод очистки жидких веществ

Выберите...

Метод идентификации твёрдых и жидких веществ

Выберите...

Выберите...

перегонка

перекристаллизация

возгонка

колоночная хроматография

пересаживание

тонкослойная хроматография

Предыдущая страница

Вопрос 8

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Каким образом после объединения экстрактов после экстракции следует их высушить?

- ☐ a. Сушка химическим феном
- ☐ b. Сушка в сушильном шкафу
- ☐ c. Добавить прокалённый осушитель
- ☐ d. Сушка в вакуумном эксикаторе над щёлочью
- ☐ e. Добавить кристаллогидрат

Вопрос **9**

Пока нет
ответа

Балл: 3,00

🚩 Отметить
вопрос

⚙
Редактировать
вопрос

Выберите все правильные названия видов перегонки:

- ☐ a. при атмосферном давлении
- ☐ b. под паром
- ☐ c. обыкновенная
- ☐ d. вакуумная
- ☐ e. при кипячении

Вопрос **11**

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

🚩 Отметить
вопрос

⚙
Редактировать
вопрос

Как понизить температуру кипения перегоняемого вещества? (выбрать верное утверждение)

- ☐ a. Понизить давление в перегонной колбе, используя вакуум
- ☐ b. Повысить давление пара в перегонной колбе
- ☐ c. Сменить источник нагрева колбы
- ☐ d. Снизить интенсивность нагревания колбы

Вопрос **12**

Пока нет
ответа

Балл: 3,00

🚩 Отметить
вопрос

⚙
Редактировать
вопрос

Установите соответствие между фотографией и названием лабораторной посуды



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос 13

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Уг: Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Отметьте посуду, которая понадобится для сборки прибора для синтеза бутилацетата



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос 14

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Уг: Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

На чем основан метод перекристаллизации?

- ☐ a. Метод основан на возможности перекристаллизуемого вещества кристаллизоваться из воды
- ☐ b. Метод основан на невозможности примесей кристаллизоваться из раствора
- ☐ c. Метод основан на возможности очищаемого вещества переходить в раствор, а затем кристаллизоваться из него
- ☐ d. Метод основан на различной растворимости очищаемого вещества и примесей в одном и том же горячем и холодном растворителе (при одной и той же температуре).

Вопрос 15

Пока нет
ответа

Балл: 2,00

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Каким требованиям должен удовлетворять растворитель для перекристаллизации? (выберите все верные утверждения)

- ☐ a. растворитель должен быть менее полярным, чем очищаемое вещество
- ☐ b. растворитель должен быть более полярным, чем очищаемое вещество
- ☐ c. температура кипения растворителя должна быть ниже температуры плавления очищаемого вещества не менее, чем на 10-15°C
- ☐ d. растворитель должен быть химически инертным по отношению к очищаемому веществу
- ☐ e. температура кипения растворителя должна быть выше температуры плавления очищаемого вещества не менее, чем на 10-15°C

Вопрос 16

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Механизм синтеза бутилацетата называется

- ☐ a. элиминирование
- ☐ b. кротоновая конденсация
- ☐ c. этерификация
- ☐ d. ацидолиз

Вопрос 17

Пока нет
ответа

Балл: 1,50

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

С какой целью в синтезе бутилацетата отводят воду из реакционной смеси?

- ☐ a. С целью смещения равновесия реакции вправо
- ☐ b. С целью смещения равновесия реакции влево
- ☐ c. С целью получения одного продукта
- ☐ d. С целью исключения образования побочных продуктов

Вопрос 18

Пока нет
ответа

Балл: 2,00

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Какие этапы включает выделение и очистка целевого продукта в синтезе бутилацетата? (выберите все правильные варианты ответа)

- ☐ a. Фракционная перегонка с дефлегматором
- ☐ b. Вакуумная перегонка с дефлегматором
- ☐ c. Промывание в делительной воронке реакционной смеси раствором соды с последующим отделением и высушиванием органического слоя
- ☐ d. Промывание в делительной воронке реакционной смеси водой и раствором соды с последующим отделением и высушиванием органического слоя
- ☐ e. Перекристаллизация органического слоя

Вопрос 19

Пока нет
ответа

Балл: 2,00

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Какие исходные вещества могли быть использованы в синтезах амидов по методу Шоттен-Баумана?

- ☐ a. нитробензол
- ☐ b. анилин
- ☐ c. ацетонитрил
- ☐ d. ацетанилид
- ☐ e. бензиламин

Вопрос **20**

Пока нет ответа

Балл: 1,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Посредством чего осуществлялось перемешивание в синтезе ацетанилида в проведённом опыте?

- ☐ а. механическая верхнеприводная мешалка
- ☐ б. периодическое встряхивание реакционной колбы
- ☐ в. синтез проводился без перемешивания
- ☐ г. магнитная мешалка

8.4.2. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (4 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «Лабораторный практикум по органической химии» проводится в 4 семестре.

Зачётная работа представляет собой стандартный билет теоретического синтеза. 4 вопроса по 10 баллов каждый. Оценка теоретического синтеза складывается из четырёх частей: планирование оптимальной схемы синтеза с описанием механизмов промежуточных и целевого продукта (10 баллов); предложить схему установки и методику осуществления синтеза (10 баллов); собеседование по теоретическому синтезу (10 баллов), техника безопасности при осуществлении синтеза заданного соединения (10 баллов).

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов.

Билет для зачета с оценкой:

«Утверждаю»

(Должность, наименование кафедры)

(Подпись) (И. О. Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им.
Д.И. Менделеева
Кафедра органической химии

Направление подготовки 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки – «Материаловедение для фотоники и электроники»,

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»,

«Электрохимия в материаловедении»

Лабораторный практикум по органической химии

Дано соединение: 4-броманилин

1. Спланируйте оптимальную схему синтеза заданного соединения из коммерчески доступных предшественников с описанием механизмов промежуточных и целевого продуктов;
2. Предложить схему установки, условия и предположить методику осуществления синтеза заданного соединения из выбранного исходного;
3. Техника безопасности при осуществлении синтеза заданного соединения.
4. Подготовьтесь к ответам на вопросы по стадиям схемы:
 - методы очистки, выделения и идентификации продукта;
 - возможные побочные реакции;
 - для чего и в каком соотношении нужен каждый из реагентов в схеме ключевой реакции синтеза;

- что будет при изменении температурного режима реакции;
- можно ли и как оптимизировать процесс?

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	10	10	10	10	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

А) Основная литература:

1. Травень В.Ф., Щекотихин А.Е. Практикум по органической химии.. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2014. 592 с.
2. Ушаков П.Ю., Кокуев А.О., Сухоруков А.Ю. Органическая химия: основы лабораторной практики. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2021. 168 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Щекотихин А.Е., Немерюк М.П., Мирошников В.С. Органическая химия: Лабораторные работы. М.: РХТУ, 2004. 60 с.
2. Щекотихин А.Е., Жигачев В.Е., Шкилькова В.Н. Общие методы работы в лаборатории органической химии. Методические указания. М.: РХТУ, 2003. 124 с.
3. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. 1. 368 с
4. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. II. 517 с
5. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. III. 388 с.

9.2 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Научно-технические журналы:

- Журнал «Известия АН. Серия химическая» ISSN 0002-3353
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN 0959-9436
- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

[http:// www.elibrary.ru.ru](http://www.elibrary.ru.ru)

[http:// www.sciencedirect.com.ru](http://www.sciencedirect.com.ru)

9.3. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 5, (общее число слайдов – 70);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 130).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 727 628 экз. Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Лабораторный практикум по органической химии» проводятся в форме лабораторных работ и самостоятельной работы студентов.

11.1. ОБОРУДОВАНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ:

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оснащенная розетками, электроплитками, водяными холодильниками, насосами для вакуумной фильтрации и вытяжной вентиляцией. Комплекты лабораторной посуды из стекла. Магнитные мешалки, прибор для определения температуры плавления, рефрактометр, лабораторные весы, роторный испаритель, сушильный шкаф.

.

11.2. УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:

Комплекты шариковых моделей для демонстрации пространственного строения органических веществ. Стеклопосуда химическая.

11.3. КОМПЬЮТЕРЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ, ПРОГРАММНЫЕ И АУДИОВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Персональные компьютеры с выходом в интернет, принтеры, сканеры, копировальные аппараты.

11.4. ПЕЧАТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ:

— Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса и к практическим занятиям по дисциплине размещены на странице курса кафедры в системе управления курсами Moodle: <https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=10913>

11.5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
3	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей приводятся в таблице.

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 " Правила и методы работы в	<i>Знает</i> технику безопасности в лаборатории органической химии; принципы безопасного	Коллоквиум. Сборка

лаборатории органической химии"	обращения с органическими соединениями. <i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач; выбрать способ идентификации органического соединения. <i>Владеет</i> комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач.	лабораторной установки. Оценка за зачет (3 семестр)
Раздел 2 "Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений"	<i>Знает</i> принципы безопасного обращения с органическими соединениями; методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси; теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ. <i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач; выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения; выбрать способ идентификации органического соединения. <i>Владеет</i> комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач; экспериментальными методами проведения органических синтезов; основными методами идентификации органических соединений; приемами обработки и выделения синтезированных веществ; знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.	Коллоквиум. Выполнение трех работ: хроматография, перегонка, перекристаллизация. Оценка за зачет (3 семестр)
Раздел 3 "Синтез органических соединений"	<i>Знает</i> принципы безопасного обращения с органическими соединениями; теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ; экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам; основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений. <i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач; сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения; синтезировать соединения по предложенной методике; провести выделение и	Коллоквиум. Выполнение синтеза. Оценка за зачет (3 семестр)

	очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;. выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения; представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик; проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов; выбрать способ идентификации органического соединения. <i>Владеет</i> комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач; экспериментальными методами проведения органических синтезов; основными методами идентификации органических соединений; приемами обработки и выделения синтезированных веществ; знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.	
Раздел 4. «Практический органический синтез».	<i>Знает</i> принципы безопасного обращения с органическими соединениями; теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ; экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам; основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений. <i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач; сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения; синтезировать соединения по предложенной методике; провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;. выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения; представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик; проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов; выбрать способ идентификации органического соединения. <i>Владеет</i> комплексом современных	Коллоквиум. Выполнение пяти синтезов (4 семестр) Оценка за зачет с оценкой (4 семестр)

	экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач; экспериментальными методами проведения органических синтезов; основными методами идентификации органических соединений; приемами обработки и выделения синтезированных веществ; знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Лабораторный практикум по органической химии»
основной образовательной программы
 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
 профили подготовки – «Материаловедение для фотоники и электроники»,
 «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»,
 «Электрохимия в материаловедении»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль – «Материаловедение и технологии наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация - бакалавр

Москва 2025

Программа составлена старшим преподавателем кафедры наноматериалов и нанотехнологии А.И. Шарапаевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14 » мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору.

Цель дисциплины - приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области теории и практики разработки и использования магнитных материалов, включая магнитные наноматериалы.

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся представлений об основных понятиях физики магнетизма и магнитных наночастиц, влиянии размера частиц на их магнитные свойства, классификацией магнитных наноматериалов, способами управления их характеристиками и путями практического использования, а также ознакомление обучающихся с основными методами исследования магнитных свойств материалов.

Дисциплина «*Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов*» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «*Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов*» при подготовке бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;			модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и	ПК-5. Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства

группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;	научно-технической документации	области наноструктурированных материалов и применять полученную информацию для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов	наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

знать:

- типы магнитного упорядочения и классификацию магнитоупорядоченных материалов;
- основные характеристики ферро- и ферромагнитных материалов;
- связь макроскопических магнитных характеристик с внутренней структурой материала;
- существующие и перспективные области применения магнитных наноматериалов;
- способы получения основных типов магнитных наноматериалов и особенности выбора метода для обеспечения требуемых магнитных свойств.

уметь:

- теоретически оценивать магнитные характеристики новых ферро- и ферромагнитных материалов основных классов;
- производить обоснованный выбор состава, структуры и способа получения магнитных наноматериалов для конкретных областей применения;
- проводить анализ магнитометрических исследований и сопоставление их результатов с составом и структурой исследованных магнитных наноматериалов;
- применять теоретические знания в области магнетизма наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии.

владеть:

- навыками получения основных классов магнитных наноматериалов;
- методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения магнитных наноматериалов;
- навыками освоения и применения новых методов исследования магнитных свойств наноматериалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	3,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	1,33	48
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	1,67	60
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	81	3,0	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	36	1,33	36
Лекции	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12	0,44	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	45	1,67	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,15	1,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,85		44,85
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п.п.	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Основы магнетизма и теории магнитного упорядочения	36	10	4	-	22
1.1	Основы магнетохимии	6	2	-	-	6
1.2	Магнитное упорядочение в материалах	12	4	2	-	8
1.3	Магнитная анизотропия и магнитострикция.	12	4	2	-	8
2	Типы магнитных наноматериалов и области их применения	36	12	6	-	18
2.1	Доменная структура и процессы намагничивания	12	4	2	-	6
2.2	Основные типы магнитных наноматериалов и особенности их магнитных свойств	12	4	2	-	6
2.3	Магнитные жидкости	12	4	2	-	6
3	Взаимодействие наноматериалов с электромагнитными полями и методы исследования	36	10	6	-	20
3.1	Магнитные резонансы и индуцированные магнитным полем магнитные фазовые переходы	12	4	2	-	6
3.2	Наноматериалы для магнитной записи информации	10	2	2	-	6
3.2	Методы исследования магнитных наноматериалов	14	4	2	-	8

	Всего часов	108	32	16	-	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы магнетизма и теории магнитного упорядочения

Основы магнетохимии. Основные понятия. Классификация веществ по отношению к магнитному полю. Классические и квантово-механические трактовки диа- и парамагнетизма. Закон Кюри-Вейсса. Спиновый и орбитальный магнитные моменты. Орбитальное вырождение. Парамагнетизм соединений d- и f-элементов, парамагнетизм электронов проводимости.

Магнитное упорядочение в материалах. Обменное взаимодействие. Модель Гайзенберга-Дирака-Ван-Флека. Механизмы обмена, типы обмена, примеры обменных кластеров. Типы магнитного упорядочения. Спонтанная намагниченность. Магнитный момент в ферро- и ферримагнетиках. Представления теории молекулярного поля Вейсса. Температурные зависимости магнитной восприимчивости. Ферримагнетики – ферриты шпинели, теория Нееля, ферриты гранаты, гексагональные ферриты.

Магнитная анизотропия и магнитострикция. Связь структуры магнитных характеристик материала. Магнитокристаллическая анизотропия, обменная магнитная анизотропия и анизотропия формы. Магнитоупругое взаимодействие, магнитострикция. Магнитостатическая энергия, размагничивающее поле. Слабый ферромагнетизм. Пьезомагнитный и магнитоэлектрический эффект.

Раздел 2. Типы магнитных наноматериалов и области их применения

Доменная структура и процессы намагничивания. Доменная структура, границы доменов. Магнетосопротивление. Основные виды магнитных материалов. Доменная структура одноосных ферромагнетиков. Движение доменной стенки. Динамика магнитных доменов. Процесс намагничивания, стабилизация магнитного состояния и динамические эффекты процесса намагничивания. Основные типы магнитотвёрдых и магнитомягких материалов, и их дисперсные состояния, сравнительные характеристики, способы получения, взаимосвязи состав-структура-свойства.

Основные типы магнитных наноматериалов и особенности их магнитных свойств. Влияние размера частиц на магнитные свойства. Основные параметры, зависящие от размерного эффекта. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера частицы. Внутренний и внешний суперпарамагнетизм. Температура блокировки. Оценка размеров наночастиц по данным магнитной восприимчивости. Магнитные свойства анизотропных наночастиц. Устройства записи, хранения и преобразования информации на основе ферромагнетиков. Материалы с коллосальным магнетосопротивлением. Магнитоактивные нанокомпозиты и материалы для магнитной записи. Магнитные сенсоры. Магнитооптические устройства. Устройства спинтроники. Магнитокалорические материалы и, особенности кристаллической структуры, методов получения и пути практического использования. Магнитные наноматериалы в медицине.

Магнитные жидкости. Основные характеристики дисперсий магнитных частиц. Условия устойчивости магнитных жидкостей. Поведение магнитной жидкости в неоднородном магнитном поле, основы феррогидродинамики. Поведение магнитных и немагнитных частиц в магнитной жидкости в магнитном поле: магнитная левитация и разделение материалов по плотности. Основные применения магнитных жидкостей: магнитная сепарация, магнитожидкостные уплотнения, магнитожидкостные амортизаторы и демпферы.

Раздел 3. Взаимодействие наноматериалов с электромагнитными полями и методы исследования

Магнитные резонансы и индуцированные магнитным полем магнитные фазовые переходы. Индуцированные магнитным полем спин-ориентационные переходы. Индуцированные магнитным полем неколлинеарные магнитные структуры в

ферромагнетиках. Основы теории магнитных резонансов. Ферромагнитный резонанс. Ферримагнитный резонанс. Антиферромагнитный резонанс. Влияние структуры и магнитных свойств материала на резонансную частоту при естественном ферромагнитном резонансе. Применение ферро- и ферримагнитных наночастиц для создания материалов и покрытий со сниженной радио-заметностью. Ядерный магнитный резонанс – основы метода, спин-спиновая и спин-решеточная релаксация, принципы ЯМР-томографии и использование наночастиц в качестве контрастных агентов.

Наноматериалы для магнитной записи информации. Наноматериалы, используемые в носителях информации вычислительной техники. Эволюция подходов и современные возможности повышения плотности магнитной записи.

Методы исследования магнитных наноматериалов. Методы измерения магнитной восприимчивости: метод Гуи, весы Фарадея, вибромагнетометр, СКВИД-магнетометр, индуктивные измерения. Принципы измерений, стандарты, обработка данных измерений. Мессбауэровская спектроскопия – теоретические основы метода, принципы устройства приборов, обработка и интерпретация данных измерений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	типы магнитного упорядочения и классификацию магнитоупорядоченных материалов;	+	+	
2	основные характеристики ферро- и ферримагнитных материалов;	+	+	
3	связь макроскопических магнитных характеристик с внутренней структурой материала;		+	+
4	существующие и перспективные области применения магнитных наноматериалов;		+	
5	способы получения основных типов магнитных наноматериалов и особенности выбора метода для обеспечения требуемых магнитных свойств;		+	
	Уметь:			
6	теоретически оценивать магнитные характеристики новых ферро- и ферримагнитных материалов основных классов;	+	+	
7	производить обоснованный выбор состава, структуры и способа получения магнитных наноматериалов для конкретных областей применения;		+	
8	проводить анализ магнитометрических исследований и сопоставление их результатов с составом и структурой исследованных магнитных наноматериалов;		+	+
9	применять теоретические знания в области магнетизма наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии;	+	+	+
	Владеть:			
10	навыками получения основных классов магнитных наноматериалов;		+	
11	методологическими подходами и навыками выявления	+	+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения магнитных наноматериалов;			
12	навыками освоения и применения новых методов исследования магнитных свойств наноматериалов;			+
	Код и наименование ПК			
13	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	+	+	+
14	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

По дисциплине *«Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов»* предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 16 акад. ч. Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Магнитное упорядочение в материалах	2
2	1	Магнитная анизотропия и магнитострикция	2
3	2	Доменная структура и процессы намагничивания	2
4	2	Основные типы магнитных наноматериалов и особенности их магнитных свойств	2
5	2	Магнитные жидкости	2
6	3	Магнитные резонансы и индуцированные магнитным полем магнитные фазовые переходы	2
7	3	Наноматериалы для магнитной записи информации	2
8	3	Методы исследования магнитных наноматериалов	2

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 проведение практических занятий по дисциплине *«Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов»* учебным планом не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «**Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов**» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 60 часов (1,67 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольной работы составляет 20 баллов.

Контрольные работы по разделам 1 и 2 представляет собой набор из 2 контрольных заданий и тестовой части из 10 вопросов, затрагивающих темы, рассмотренные в рамках раздела, а также служащие закреплению ранее пройденного материала.

Пример варианта контрольной работы по разделу 1:

1. Оцените намагниченность насыщения материала следующего состава: $Zn_{0,2}Fe_{2,8}O_4$. Плотность материала примите равной 5000 кг/м^3 . Данная шпинель является частично-обращённой – ионы цинка расположены в тетраэдрических положениях, ионы двухвалентного железа – в октаэдрических.
2. Определите коэрцитивную силу однодоменных вытянутых наночастиц железа, обусловленную анизотропией формы при намагничивании вдоль длинной оси частицы. Частицы имеют форму эллипсоида вращения, соотношение длинной и короткой осей эллипсоида – 5. Размагничивающие факторы вдоль осей примите равными 0,06 и 0,47 соответственно. Намагниченность насыщения материала примите равной 1,2 МА/м.

Пример тестовой части контрольной работы по разделу 1:

- 1) Магнитный момент атома (иона) ...
 - а) определяется количеством не спаренных электронов;
 - б) зависит от характера спин-орбитального взаимодействия;
 - в) зависит от температуры;
 - г) зависит от магнитной восприимчивости материала.
- 2) По правилу Хунда электроны заполняют орбитали так, чтобы ...
 - а) спиновое квантовое число подслоя было максимальным;
 - б) орбитальное квантовое число подслоя было максимальным;
 - в) главное квантовое число подслоя было максимальным;
 - г) магнитные квантовые числа были максимальны.
- 3) Магнитный момент атомов и ионов (в магнетонах Бора) численно равен:
 - а) величине спин-орбитального взаимодействия;

- б) удвоенной разности спинов неспаренных электронов;
 - в) произведению спинов неспаренных электронов;
 - г) удвоенной сумме спинов неспаренных электронов.
- 4) Парамагнетизм определяется:
- а) сверхобменным взаимодействием;
 - б) взаимодействием поля с магнитным моментом отдельного атома;
 - в) спин-орбитальным взаимодействием;
 - г) взаимодействием поля с магнитным моментом атомного ядра.
- 5) Антиферромагнетики:
- а) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых направлены в одну сторону;
 - б) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых направлены в противоположные стороны и равны между собой;
 - в) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых направлены в противоположные стороны и не равны между собой;
 - г) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых ориентированы под некоторым углом друг к другу (кроме 0° и 90°).
- 6) Ферримагнетики:
- а) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых направлены в одну сторону;
 - б) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых направлены в противоположные стороны и равны между собой;
 - в) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых направлены в противоположные стороны и не равны между собой;
 - г) материалы, магнитные моменты соседних атомов в которых ориентированы под некоторым углом друг к другу (кроме 0° и 90°).
- 7) Магнитная упорядоченность в металлических ферромагнетиках возникает в результате:
- а) индукции;
 - б) дедукции;
 - г) обменного взаимодействия;
 - д) сверхобменного взаимодействия.
- 8) Обменное (сверхобменное) взаимодействие:
- а) имеет классическую природу, не зависит от расстояния между атомами и ориентации связей;
 - б) имеет квантовую природу, зависит от расстояния между атомами и ориентации связей;
 - в) имеет квантовую природу, не зависит от расстояния между атомами и ориентации связей;
 - г) имеет квантовую природу, зависит от расстояния между атомами и температуры.
- 9) Энергия магнитной анизотропии:
- а) энергия, которую необходимо затратить для отклонения вектора намагниченности от оси лёгкого намагничивания;
 - б) энергия, которую необходимо затратить для возвращения вектора намагниченности к оси лёгкого намагничивания;
 - в) энергия, необходимая для изменения анизотропии материала за счёт магнитных сил;
 - г) энергия, расходуемая на нагрев материала.
- 10) Коэрцитивная сила:
- а) напряжённость магнитного поля, необходимая для намагничивания материала;
 - б) сила притяжения двух полюсов намагниченного материала;
 - в) сила отталкивания двух полюсов намагниченного материала;

г) напряжённость магнитного поля, необходимая для размагничивания материала.

Пример варианта контрольной работы по разделу 2:

1. Вычислите максимальный размер наночастиц Fe_3O_4 устойчивых к седиментации под действием внешнего магнитного поля, при напряжённости поля $8 \cdot 10^4$ А/м, намагниченности насыщения частиц $60 \text{ А} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$ и плотности материала $5000 \text{ кг}/\text{м}^3$. Температуру примите равной 315 К.
2. Энергетическим методом оцените намагниченность насыщения магнитной фазы, при которой магнитная жидкость, содержащая 35 % об. магнитного компонента, будет иметь эффективную плотность $10 \text{ г}/\text{мл}$. Плотность магнитного материала – $5000 \text{ кг}/\text{м}^3$, градиент напряжённости магнитного поля – $6,3 \cdot 10^6 \text{ А}/\text{м}^2$.

Пример тестовой части контрольной работы по разделу 2:

- 1) Магнитотвёрдые материалы:
 - а) магнитные материалы, имеющие твёрдость выше 50 НВ;
 - б) магнитные материалы, имеющие твёрдость выше 5 НВ;
 - в) магнитные материалы, имеющие коэрцитивную силу выше 50 Э;
 - г) магнитные материалы, имеющие коэрцитивную силу выше 5 Э.
- 2) Магнитный домен:
 - а) область, в которой магнитные моменты атомов (ионов) направлены в одну сторону;
 - б) область, в которой направление магнитных моментов атомов изменяется на противоположное;
 - в) область, в которой градиент напряжённости магнитного поля направлен в одну сторону;
 - г) все варианты не верны.
- 3) При каком размере кристаллитов коэрцитивная сила достигает максимального значения:
 - а) при максимальном размере кристаллитов;
 - б) при размере кристаллитов больше однодоменного состояния;
 - в) при размере кристаллитов меньше однодоменного состояния;
 - г) при размере кристаллитов соответствующем однодоменному состоянию.
- 4) Образование доменной структуры в магнитных материалах вызвано:
 - а) стремлением системы к уменьшению поверхностной энергии;
 - б) стремлением системы к увеличению потенциальной энергии;
 - в) стремлением системы к уменьшению влияния размагничивающих полей;
 - г) стремлением системы к поддержанию термодинамического равновесия.
- 5) При нагревании ферромагнетика выше температуры Кюри происходит переход в:
 - а) диамагнитное состояние;
 - б) парамагнитное состояние;
 - в) суперпарамагнитное состояние;
 - г) супердиамагнитное состояние.
- 6) Суперпарамагнетизм возникает в результате:
 - а) возбуждения магнонов (квантов спиновых колебаний);
 - б) тепловых колебаний, приводящими к потере магнитной упорядоченности;
 - в) рассеяния фононов на магнонах (квантах спиновых колебаний);
 - г) тепловых колебаний, приводящих к вращению/перевороту магнитного момента без потери магнитной упорядоченности.
- 7) Внешний суперпарамагнетизм связан с:
 - а) вращением частицы как целого;
 - б) одновременным переворотом спинов атомов;
 - в) возбуждением магнонов (квантов спиновых колебаний);
 - г) магнитным разупорядочиванием материала.

- 8) При увеличении размера частиц магнитной жидкости наиболее быстро растёт:
 - а) Ван дер Ваальсова составляющая межчастичного взаимодействия;
 - б) энергия стерической стабилизации;
 - в) энергия кулоновского отталкивания;
 - г) энергия магнитного взаимодействия.
- 9) В присутствии внешнего магнитного поля в магнитной жидкости происходит:
 - а) образование коллоидом;
 - б) образование «цепочек» магнитных наночастиц;
 - в) рост размеров магнитных наночастиц;
 - г) уменьшение размеров магнитных наночастиц.
- 10) Магнитная жидкость обязательно должна быть:
 - а) нетоксичной;
 - б) нелетучей;
 - в) устойчивой к агрегации;
 - г) вязкой.

Контрольная работа по разделу 3 представляет собой набор из 2 открытых вопросов.

Пример варианта контрольной работы по разделу 3:

1. Оценка размера наночастиц из данных магнитной восприимчивости.
2. Мессбауэровская спектроскопия в применении к магнитным наноматериалам: теоретические основы метода, принципы устройства приборов.

Примеры контрольных вопросов контрольной работы №4. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 1:

1. Классификация веществ по отношению к магнитному полю. Диамагнетизм, парамагнетизм. Закон Кюри-Вейсса.
2. Спиновый и орбитальные магнитные моменты. Орбитальное вырождение.
3. Парамагнетизм соединений d-элементов. Парамагнетизм электронов проводимости.
4. Обменное магнитное взаимодействие. Механизмы обменного взаимодействия.
5. Дальний порядок спинов. Ферро- и антиферромагнетики, температурные зависимости магнитной восприимчивости.
6. Способы упорядочения магнитных моментов в веществе. Спонтанная намагниченность. Представления теории молекулярного поля.

Вопрос 2:

1. Магнитный момент в ферро- и ферримагнетиках.
2. Магнитокристаллическая анизотропия.
3. Магнитоупругое взаимодействие. Магнитостатическая энергия, размагничивающее поле.
4. Доменная структура магнитоупорядоченных материалов.
5. Суперпарамагнетизм.
6. Магнетосопротивление.

Вопрос 3:

1. Основные виды магнитных материалов.
2. Кривая намагниченности ферромагнетика.
3. Влияние размера частиц на магнитные свойства ферро- и ферримагнетиков.
4. Изменение коэрцитивной силы при уменьшении размера магнитной частицы. Температура блокировки.
5. Оценка размера наночастиц из данных магнитной восприимчивости.
6. Магнитные свойства анизотропных наночастиц.

7. Магнитные жидкости. Условия устойчивости. Применения.

Вопрос 4:

1. Устройства записи, хранения и преобразования информации на основе ферромагнетиков.
2. Магнитооптические устройства. Устройства спинтроники.
3. Современные наноматериалы, используемые в носителях информации. Развитие походов и современные возможности повышения плотности магнитной записи.
4. Достижения и перспективы использования магнитных наноматериалов в области биологии и медицины.
5. Методы измерения магнитной восприимчивости: весы Фарадея, вибромагнетометр, СКВИД-магнетометр, индуктивные измерения.
6. Мессбауэровская спектроскопия в применении к магнитным наноматериалам: теоретические основы метода, принципы устройства приборов, обработка и интерпретация данных измерений.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - М. : Бином, 2011. - 293 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-0290-1. - 293 с.
2. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210671> (дата обращения: 22.04.2023).
3. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0923-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210305> (дата обращения: 22.04.2023).

Б. Дополнительная литература

1. Войтович, И.Д. Нанoeлектронная элементная база информатики на основе полупроводников и ферромагнетиков [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Д. Войтович, В.М. Корсунский. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100266>. (дата обращения: 22.04.2023).
2. Электричество и магнетизм : учебное пособие / Ш. А. Пиралишвили, Е. В. Шалагина, Н. А. Каляева, Е. А. Попкова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-2430-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209804> (дата обращения: 22.04.2023).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Journal of Magnetism and Magnetic Materials», ISSN 0304-8853
2. Журнал «Applied Magnetic Resonance», ISSN 0937-9347
3. Журнал «Magnetohydrodynamics», ISSN 0024-998X
4. Журнал «Magnetic resonance in solids, electronic journal», ISSN 2072-5981
5. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com, www.scopus.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **«Материаловедение и технологии материалов»**);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);
- Положение об организации и использовании электронного обучения и

дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «*Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов*» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем

дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «*Магнитные свойства наноструктурированных композиционных материалов*», является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области создания и производства новых магнитных наноматериалов.

На первом вводном занятии при рассмотрении истории и потенциала развития физики магнетизма и магнитных материалов следует показать, что все материалы являются в той или иной степени магнитными.

При рассмотрении магнитного упорядочения в материалах преподавателю необходимо уделить особое внимание обзору основных, наиболее распространённых в нанотехнологической практике типов ферритмагнетиков. Необходимо развить у студентов легкость в оценке магнитного момента и намагниченности основных типов ферритмагнитных материалов, для обеспечения возможности разумного выбора их состава.

При рассмотрении магнитной анизотропии и магнитострикции стоит уделить внимание практическим аспектам данных явлений – связи анизотропии с макроскопическими магнитными характеристиками и возможностями использования магнитострикции.

В ходе рассмотрения всех разделов дисциплины основной задачей преподавателя является дать студентам представление о возможностях практического использования магнитных наноматериалов, способах и потенциале контроля магнитных характеристик магнитных наночастиц.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок строительных материалов.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка

учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

Структура и состав библиотечного фонда соответствуют требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобразования и науки от 27.04.2000 г. № 1246. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимся образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем».

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Магнитные наноматериалы» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft	Контракт № 28-	12 месяцев	Лицензия на ПО,	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	35ЭА/2020 от 26.05.2020	(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	принимающее участие в образовательных процессах.	
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы магнетизма и теории магнитного упорядочения	<i>Знает:</i> типы магнитного упорядочения и классификацию магнитоупорядоченных материалов; основные характеристики ферро- и ферримагнитных материалов; <i>Умеет:</i> теоретически оценивать магнитные характеристики новых ферро- и ферримагнитных материалов основных классов; применять теоретические знания в области магнетизма наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии; <i>Владеет:</i> методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения магнитных наноматериалов.	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за контрольную работу № 4.
Раздел 2. Типы магнитных наноматериалов и области их применения	<i>Знает:</i> – типы магнитного упорядочения и классификацию магнитоупорядоченных материалов; – основные характеристики ферро- и ферримагнитных материалов; – связь макроскопических магнитных характеристик с внутренней структурой материала; – существующие и перспективные области применения магнитных наноматериалов; – способы получения основных типов магнитных наноматериалов и особенности выбора метода для обеспечения требуемых магнитных свойств; <i>Умеет:</i> – теоретически оценивать магнитные характеристики новых ферро- и ферримагнитных материалов основных классов; – производить обоснованный выбор состава, структуры и способа получения магнитных наноматериалов для конкретных областей применения; – проводить анализ магнитометрических исследований и	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за контрольную работу № 4

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	сопоставление их результатов с составом и структурой исследованных магнитных наноматериалов; – применять теоретические знания в области магнетизма наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии; <i>Владеет:</i> – навыками получения основных классов магнитных наноматериалов; – методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения магнитных наноматериалов.	
Раздел 3. Взаимодействие наноматериалов с электромагнитными полями и методы исследования	<i>Знает:</i> – связь макроскопических магнитных характеристик с внутренней структурой материала; <i>Умеет:</i> – проводить анализ магнитометрических исследований и сопоставление их результатов с составом и структурой исследованных магнитных наноматериалов; – применять теоретические знания в области магнетизма наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии; <i>Владеет:</i> – методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения магнитных наноматериалов; – навыками освоения и применения новых методов исследования магнитных свойств наноматериалов.	Оценка за контрольную работу № 3. Оценка за контрольную работу № 4

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам

специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Массоперенос в наносистемах»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.ф.-м.н, Зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии, доцентом Родиным А.О.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «14» мая 2025 г., протокол №11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **наноматериалов и нанотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Массоперенос в наносистемах»** относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана и входит в специальные дисциплины. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют базовую подготовку по фундаментальным дисциплинам физико-математической, химической и химико-технологической направленности.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний в области транспортных свойств систем, наук о материалах, в том числе связанных с общими подходами к описанию процессов массопереноса и особенностях массопереноса в наносистемах.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся знаний и умений, связанных с расчетами потоков веществ в разных системах, включая гомогенные и гетерогенные, роль поверхностей раздела и связь массопереноса с особенностями структуры и природы систем.

Дисциплина **«Массоперенос в наносистемах»** преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть частично реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	– ПК-1.2 Умеет использовать на практике знания об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов

	ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	- ПК-2.2 Умеет применять навыки комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания
	ПК-3 Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1 Знает традиционные и новые технологические процессы получения и модификации материалов с целью повышения их конкурентоспособности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные движущие силы массопереноса;
- основные механизмы диффузии;
- методы расчета потоков веществ в зависимости от типа систем;
- роль поверхностей раздела в массопереносе;
- особенности массопереноса в наносистемах;
- способы учета потоков веществ при описании процессов при получении и использовании наноматериалов.

Уметь:

- оценивать потоки вещества и движущие силы, вызывающие эти потоки;
- рассчитывать параметры диффузии, в том числе в наносистемах;
- предсказывать изменение диффузионных характеристик в зависимости от типа и структуры систем, в том числе наносистем;
- предсказывать влияния разных факторов, на массоперенос в процессах получения и эксплуатации материалов и наносистем.

Владеть:

- Навыками определения параметров диффузии по экспериментальным данным;
- Навыками расчета скорости роста фаз диффузионным путем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	3
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Самостоятельная работа	3,67	132	99
Контактная самостоятельная работа	2,67	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		132	99
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Макроскопическое описание массопереноса	42	0	8	4	0	30
1.1	Введение. История изучения массопереноса. Основные этапы.	8	0	2		0	6
1.2	Потоки свойств и кинетические характеристики систем.	10	0	2	2	0	6
1.3	Уравнения диффузии.	9	0	2	1	0	6
1.4	Геометрия диффузионных задач	15	0	2	1	0	12
2.	Раздел 2. Диффузия, случайные блуждания, вязкость	50	2	10	4	2	36
2.1	Диффузия. Модель Эйнштейна и теория смолуховского	6	0	2	0	0	4
2.2	Диффузия в газах. Коэффициент диффузии и вязкость газа	9	0	2	1	0	6
2.3	Диффузия и броуновское движение. Вязкость жидкости.	9	0	2	1	0	6
2.4	Ньютоновские и неньютоновские жидкости.	12	0	2	2	0	8
2.5	Методы определения коэффициентов диффузии	14	2	2	0	2	12
3	Раздел 3. Механизмы диффузии в твердых телах	50	0	8	6	0	36
3.1	Механизмы диффузии в твердых телах	9	0	2	1	0	6
3.2	Вакансии и другие дефекты.	9	0	2	1	0	6
3.3	Диффузия в ионных кристаллах и интерметаллидах	10	0	2	2	0	6
3.4	Диффузионный рост фаз	22	0	2	2	0	18
4	Раздел 4. Диффузия в наносистемах	38	4	6	2	4	30
4.1	Диффузия по границам зерен	15	2	2	1	2	12
4.2	Диффузия в тонких пленках	15	2	2	1	2	12
4.3	Массоперенос в пористых системах	8	0	2	0	0	6
	Подготовка к экзамену	36					36
	ИТОГО	216	6	32	16	6	168

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Макроскопическое описание массопереноса

Введение. История изучения массопереноса. Основные этапы.

Краткое изложение истории изучения процессов массопереноса и диффузии. Наблюдения да Винчи. Формула Пуазейля. Броуновское движение. Предыстория законов Фика. Случайные блуждания. Уравнение Эйнштейна и Смолуховского. Эксперименты Аустена. Опыты Киркендала

Потоки свойств и кинетические характеристики систем.

Законы Фурье, Ома, Пуазеля, Фика. Общность подходов. Теория Онзагера и пригожинская термодинамика как обобщение.

Уравнения диффузии.

Уравнение непрерывности. Второе уравнение Фика. Движущие силы и кинетические коэффициенты. Формулировка проблем диффузии – теплопроводности. Стационарные и нестационарные задачи.

Геометрия диффузионных задач

Ограниченное и неограниченное пространство. Симметрия. Начальные и граничные условия. Простейшие решения. Наличие потоков.

Раздел 2. Диффузия, случайные блуждания, вязкость

Методы определения коэффициентов диффузии

Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Определение коэффициентов диффузии в разных случаях. Типы коэффициентов диффузии. Особенности твердых тел. Использование первого и второго законов Фика для определения коэффициента диффузии.

Диффузия. Модель Эйнштейна и теория Смолуховского.

Связь между коэффициентом диффузии в законах Фика, теории Эйнштейна и Смолуховского. Коэффициент диффузии как постоянная величина. Нелинейные задачи диффузии.

Диффузия в газах. Коэффициент диффузии и вязкость газа.

Диффузия в газах. Коэффициент диффузии как функция температуры. Диффузионные и конвективные потоки. Газовые смеси.

Диффузия и броуновское движение. Вязкость жидкости.

Диффузия и броуновское движение: общность и отличие. Диффузионный и конвективный массоперенос.

Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Вязкость как функция скорости потока. Движение жидких сред. Капиллярные силы. Профиль течения.

Раздел 3. Механизмы диффузии в твердых телах

Механизмы диффузии в твердых телах.

Связь диффузии и кристаллической структуры. Частота скачков атомов. Вакансии и межузлия. Частота скачков вакансий.

Вакансии и другие дефекты.

Равновесные и неравновесные вакансии. Эмпирические оценки коэффициентов диффузии и их обоснование. Особенности диффузии в германии и кремнии.

Диффузия в ионных кристаллах и интерметаллидах

Особенности ионных кристаллов и интерметаллидов. Различия в коэффициентах диффузии.

Диффузионный рост фаз.

Образование фаз на поверхности. Задачи Вагнера. Рост изолированных частиц. Модель Зенера и Хэма. Модель Лифшица-Слезова-Вагнера.

Раздел 4. Диффузия в наносистемах

Диффузия по границам зерен

Изолированная граница. Режимы диффузии в поликристаллах. Модель Фишера. Решение Фишера, Уиппла и Созуоки.

Диффузия в тонких пленках.

Особенности тонких пленок. Напряжения. Диффузионный насос.

Массоперенос в пористых системах

Пористые среды. Диффузия ад-атомов, поверхностная диффузия и капиллярные эффекты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	основные типы движущие силы массопереноса;	+	+		+
2	основные механизмы диффузии;		+	+	
3	методы расчета потоков веществ в зависимости от типа систем;	+	+		+
4	роль поверхностей раздела в массопереносе;		+		+
5	особенности массопереноса в наносистемах;			+	+
6	способы учета потоков веществ при описании процессов при получении и использовании наноматериалов.			+	+
Уметь:					
7	оценивать потоки вещества и движущие силы, вызывающие эти потоки;	-	+		
8	– рассчитывать параметры диффузии, в том числе в наносистемах;		+	+	+
9	– предсказывать изменение диффузионных характеристик в зависимости от типа и структуры систем, в том числе наносистем;			+	+
10	– предсказывать влияния разных факторов, на массоперенос в процессах получения и эксплуатации материалов и наносистем.	-	+	+	+
Владеть:					
11	– Навыками определения параметров диффузии по экспериментальным данным;	-	+		+
12	– Навыками расчета скорости роста фаз диффузионным путем.			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
13	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	– ПК-1.2 Умеет использовать на практике знания об основных типах материалов и о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	+		+

14	ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	- ПК-2.2 Умеет применять навыки комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания		+		+
15	ПК-3 Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1 Знает традиционные и новые технологические процессы получения и модификации материалов с целью повышения их конкурентоспособности	+	+		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Потоки свойств и кинетические характеристики систем.	2
2	Раздел 1	Решение уравнений диффузии	2
3	Раздел 2	Диффузия в жидкостях и газах.	2
4	Раздел 2	Потоки жидкости и газа.	2
5	Раздел 3	Механизмы диффузии в твердых телах.	2
6	Раздел 3	Вакансии. Оценки коэффициентов диффузии.	2
7	Раздел 3	Рост фаз.	2
8	Раздел 4	Диффузия в наносистемах	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Массоперенос в наносистемах*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- поиск материалов по теме;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- выполнение домашних заданий;
- Выполнение работ на тренажерах и обработку результатов, на них полученных.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за тест (1 тест 10 баллов), выполнение работ по моделированию диффузионного эксперимента (2 работы по 20 баллов), расчетное задание по диффузии по границам зерен (1 задача 10 баллов), а также экзамен (40 баллов). Экзамен проставляется по итогу выполнения всех заданий по следующей схеме:

Оценка «отлично» ставится если набрано 85 и более баллов;

Оценка «хорошо» ставится если набрано 70 и более баллов, при этом за экзамен набрано не менее 20 баллов;

Оценка «удовлетворительно» ставится если набрано 50 и более баллов;

Оценка «неудовлетворительно» ставится если набрано менее 50.

При неявке на экзамен ставится оценка «неявка»

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено

8.2. Примеры контрольных вопросов (проверка) для текущего контроля освоения дисциплины

Тест №1

Запишите первое уравнение Фика. Обозначьте все величины.

Сформулируйте задачу диффузии для одномерного случая в декартовых координатах. Источник с постоянной концентрацией в точке $x=X_0$. Образец бесконечный.

Оцените коэффициент самодиффузии воды при 0 °C, если вязкость равна 1 сПз.

Докажите, что приведенная функция является решением уравнения диффузии с заданными начальными и граничными условиями.

Домашнее задание № 1

Моделирование диффузии в системе с полной растворимостью.

Выберите систему с полной растворимостью

Определите коэффициент диффузии при 4-5 температурах и параметры температурной зависимости

Сравните полученный результат с литературными данными и эмпирическими оценками

Оцените поток вещества, прошедший в систему за заданное время.

Оцените количество вещества попавшее внутрь за заданное время.

Домашнее задание № 2

Моделирование диффузии в системе с ограниченной растворимостью.

Выберите систему с полной растворимостью

Определите коэффициент диффузии при 4-5 температурах и параметры температурной зависимости

Сравните полученный результат с литературными данными и эмпирическими оценками

Оцените поток вещества, прошедший в систему за заданное время.

Оцените количество вещества попавшее внутрь за заданное время.

Расчетное задание

Рассчитайте размер частицы за заданное время

Оцените глубину проникновения по границам зерен и объему для заданного вещества, за заданное время при заданной температуре.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

По дисциплине «*Массоперенос в наносистемах*» экзамен предусмотрен учебным планом. Экзамен представляет собой 8 заданий, каждое из которых оценивается в 8 баллов.

Пример заданий на экзамен представлен ниже.

1. Напишите математическую формулировку задачи и ее решение диффузии в одномерном бесконечном образце для $D = \text{const}$ граничных условиях: $c(-x,0) = c_0$; $c(x,0) = 4c_0$. Как изменится формулировка задачи, если вблизи поверхности раздела действуют механические напряжения, спадающие по гауссовому закону.

2. По трубе длиной 2 м и диаметром 1 см течет вода с вязкостью 1 сПз. Чему равна скорость течения жидкости если разница давлений на концах 10 Па. Как изменится решение, если вместо жидкости по трубе будет проходить газ?

3. Оцените коэффициент диффузии и вязкость гелия при комнатной температуре если его концентрация 10 моль/м³.

4. Оцените коэффициент самодиффузии никеля при температуре 0,8Тпл, если энергия образования вакансий 1,2 эВ, энергия миграции 1,1 эВ. Плотность никеля (ГЦК решетка) 8,9 г/см³, М=59 г/моль.
5. Сравните глубину на которой концентрация составит $C/C(x=0)=0.1$ при диффузии по границе и по объему зерна. Для расчета возьмите:
диффузانت ограничено растворим в матрице
коэффициент диффузии в объеме – 10^{-12} м²/с
тройное произведение ЗГД – 10^{-15} м³/с
Время – 10 часов.
6. Протекает диффузия компонента В за время t в образце, состоящем из сплава состава А-В. При уменьшении температуры от 900 до 800 К толщина слоя растущей фазы уменьшается в 10 раз, ширина области гомогенности – на 20%, а прилегающей двухфазной области увеличивается на 40%. Рассчитайте энергию активации диффузии. Примите $b \ll 1$.
7. Из пересыщенного раствора Al-Cu растет изолированная частица CuAl₂. Оцените размер частицы через 1 час, если коэффициент диффузии меди в алюминии равен 10^{-14} м²/с, а алюминия в медь – 10^{-18} м²/с.
8. В пересыщенном твердом растворе на основе алюминия происходит процесс диффузионной коалесценции частиц соединения CuAl₂. Рассчитайте средний размер частиц после 1 часа отжига при 500оС, если начальный радиус частиц равен 0,05 мкм. Примите свойства образующейся фазы такими же, как для чистого алюминия.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бокштейн Б.С., Ярославцев А. Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах М.: Изд-во МИСиС, 2005
2. Бокштейн Б. С. Диффузия в металлах: учеб. пособие для студ. вузов по спец.- Физика металлов М.: Металлургия, 1978

Б. Дополнительная литература

Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия, М. Металлургия, 1999.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. База данных Роспатента www.fips.ru
2. База данных научных статей <http://elibrary.ru>
3. База данных научных статей <http://sciencedirect.com>
- 4.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

- компьютерные презентации к лекционным занятиям, общее число слайдов – более 100;

- раздаточный материал по лекциям
- Компьютерные тренажеры Диффузия в металлах и Диффузия по границам зерен

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Массоперенос в наносистемах*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью. Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам дисциплины; распечатки слайдов презентаций.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами наночастиц и наноматериалов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	-	бессрочно
2	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	-	12 месяцев с возможностью продления лицензии
3	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	-	12 месяцев с возможностью продления лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование Разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Макроскопическое описание массопереноса	<i>Знает:</i> - основные движущие силы массопереноса; - методы расчета потоков веществ в зависимости от типа систем; <i>Умеет:</i> - оценивать потоки вещества и движущие силы, вызывающие эти потоки;	тест; ДЗ1 ДЗ2 Экзамен
Раздел 2. Диффузия, случайные блуждания, вязкость	<i>Знает:</i> - методы расчета потоков веществ в зависимости от типа систем;- подходы к обработке результатов исследований; <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры диффузии, в том числе в наносистемах; – предсказывать изменение диффузионных характеристик в зависимости от типа и структуры систем, в том числе наносистем; <i>- Владеет:</i> - Навыками определения параметров диффузии по экспериментальным данным;	ДЗ1 ДЗ2 Экзамен
Раздел 3. Механизмы диффузии в твердых телах	<i>Знает:</i> - основные механизмы диффузии; <i>Умеет:</i> – предсказывать влияния разных факторов, на массоперенос в процессах получения и эксплуатации материалов и наносистем. – предсказывать изменение диффузионных характеристик в зависимости от типа и структуры систем, в том числе наносистем; <i>- Владеет:</i> - Навыками расчета скорости роста фаз диффузионным путем.	Тест Расчетное задание Экзамен
Раздел 4. Диффузия в наносистемах	<i>Знает:</i> - роль поверхностей раздела в массопереносе; - особенности массопереноса в наносистемах;	Расчетное задание Экзамен

	- способы учета потоков веществ при описании процессов при получении и использовании наноматериалов. <i>Умеет:</i> - предсказывать изменение диффузионных характеристик в зависимости от типа и структуры систем, в том числе наносистем; - предсказывать влияния разных факторов, на массоперенос в процессах получения и эксплуатации материалов и наносистем.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ АНАЛИЗА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль – «Материаловедение и технология наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация - бакалавр

Москва 2025

Программа составлена д.ф-м.н. профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии
М.Н. Филипповым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14 » мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль «Материаловедение и технология наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Методы анализа наноструктурированных материалов»** относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин вариативной части.

Цель дисциплины является приобретение знаний о существующих методах исследования нанообъектов и наносистем и принципах, на которых основано современное диагностическое и аналитическое оборудование.

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся представлений о фундаментальных принципах, физических пределах различных методов и их точностным характеристикам.

Дисциплина **«Методы анализа наноструктурированных материалов»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Методы анализа наноструктурированных материалов»** при подготовке бакалавров по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технология наноматериалов и наносистем»** направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нано пленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества металлических, неметаллических и композиционных материалов и	ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК-2.1 Знает основные принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания ПК-2.2 Умеет применять навыки комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания ПК-2.3 Владеет основными методами	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и жизнедеятельности.		комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия;	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-4.2 Умеет выбирать методы исследования основных типов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов

экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	- методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;		наноматериалов, анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-4.3. Владеет основными методами анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов,	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в области наноструктурированных материалов и применять полученную информацию для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н.

воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;		материалов и составления научно-технической документации в области наноматериалов и наносистем	С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен
знать:

- физико-химические основы методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;
- физические основы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, туннельной и атомно-силовой микроскопии;
- физические основы спектроскопических и дифракционных методов изучения и анализа наносистем и наноматериалов
- виды и устройство основных приборов для исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;
- основные требования к объектам анализа для различных методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;

уметь:

- выбирать необходимый метод анализа и диагностики наночастиц, наноматериалов и наносистем в соответствии с поставленной исследовательской целью;
- оценивать достоверность полученных результатов анализа наночастиц и наноматериалов;
- проводить сравнение результатов, полученных разными методами;

владеть:

- навыками использования различных технических средств для измерения и контроля основных параметров наночастиц и наноматериалов;
- навыками анализа полученных результатов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Аудиторные занятия:	2,67	96
Лекции (Лек)	1,33	48
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные работы	0,89	32
Самостоятельная работа (СР):	2,33	102
Вид контроля: экзамен	1,0	18
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		17,7

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Аудиторные занятия:	2,67	72
Лекции (Лек)	1,33	36
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лабораторные работы	0,89	24
Самостоятельная работа (СР):	2,33	76,5
Вид контроля: экзамен	1,0	13,5
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,225
Подготовка к экзамену		13,275

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	Лаб	ПЗ	СР
1	Раздел 1. Особенности исследования нанобъектов и наносистем	42	12	-	4	26
1.1	Введение	6	4	-	-	2
1.2	Микроскопические методы	12	4	-	-	8
1.3	Теория молекулярного рассеяния света	12	4	-	-	8
1.4	Физические основы электронной микроскопии	12	-	-	4	8
2	Раздел 2. Методы микроскопии	74	12	24	8	30
2.1	Растровая электронная микроскопия	26	4	8	4	10
2.2	Просвечивающая электронная микроскопия	26	4	8	4	10
2.3	Сканирующая зондовая микроскопия	22	4	8	-	10
3	Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования	82	24	8	4	46
3.1	Рентгеноспектральный микроанализ	10	4	-	-	6
3.2	Электронная спектроскопия	12	4	-	-	8
3.3	Масс-спектрометрия вторичных ионов	12	4	-	-	8
3.4	Интерферометрические методы измерения наноперемещений	12	4	-	-	8
3.5	Дифракционные методы исследования нанобъектов	24	4	8	4	8
3.6	Методы выявления квантово-размерных эффектов	12	4	-	-	8
	Всего часов	198	48	32	16	102
	Подготовка к экзамену	18	-	-	-	-
	Всего часов	216				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Особенности исследования нанобъектов и наносистем

1.1. Введение. Особенности исследования нанобъектов и наносистем. Методы изучения физико-химических процессов в наносистемах, физических, химических и биологических свойств и эксплуатационных характеристик наноматериалов, устройств, приборов и изделий на их основе. Специфика линейных измерений, химического анализа и определения структурных параметров нанобъектов. Требования к точности измерений и метрологическим характеристикам методов анализа и диагностики наночастиц и наноматериалов.

1.2. Микроскопические методы. Основные понятия: увеличение микроскопа, полезное увеличение, дифракционный предел пространственного разрешения оптического микроскопа. Принципы построения увеличенного изображения. Приборы с параллельным и последовательным формированием изображения. Принцип построения изображения в растровом (сканирующем) микроскопе. Пространственное разрешение и глубина резкости.

1.3. Теория молекулярного рассеяния света. Основы теории рассеяния света. Рэлеевское рассеяние. Комбинационное рассеяние света. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия рассеяния света.

1.4. Физические основы электронной микроскопии. Эмиссия электронов. Термоэлектронная и вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная (полевая) эмиссия. Эффект тепловых скоростей. Источники электронов (электронные пушки) для электронных микроскопов. Типы используемых катодов. Преимущества и недостатки катодов с автоэлектронной эмиссией. Понятие об электронной оптике, магнитные линзы. Вакуумные условия для различных типов электронных микроскопов. Основы взаимодействия электронного пучка средних энергий с твердым телом. Пробег электронов в твердом теле. Основные взаимодействия – упругое и неупругое рассеяние. Вторичная электронная эмиссия. Генерация тормозного и характеристического рентгеновского излучения. Оже-эффект и оже-электронная эмиссия. Радиационные повреждения исследуемого объекта. Детекторы информативных сигналов в электронной микроскопии.

Предельные возможности электронной микроскопии

Раздел 2. Методы микроскопии

2.1. Растровая электронная микроскопия. Общая схема и принцип действия растрового электронного микроскопа. Типы катодов, используемые в растровой электронной микроскопии. Их сравнительные преимущества и недостатки. Режим регистрации медленных вторичных электронов. Детектор медленных вторичных электронов. Механизм формирования контраста изображения. Кантен-эффект. Пространственное разрешение и информативные возможности. Ограничения на характеристики образца – тепло- и электропроводность. Режим регистрации обратно рассеянных электронов. Информативные возможности, пространственное разрешение, применение. Растровый электронный микроскоп – средство измерения линейных размеров в нанодиапазоне. Калибровка в нанодиапазоне. линейные меры в нанодиапазоне. Предельные возможности растровой электронной микроскопии при измерении линейных размеров нанообъектов. Пространственное разрешение.

2.2. Просвечивающая электронная микроскопия. Общая схема и принцип действия просвечивающего электронного микроскопа. Реализация режимов наблюдения изображения (темное и светлое поле), микродифракции. Электронография. Механизмы формирования контраста изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Просвечивающий электронный микроскоп как средство изучения нанообъектов. Предельные возможности просвечивающего электронного микроскопа. Требования к объектам исследования.

2.3. Сканирующая зондовая микроскопия. Основные физические принципы сканирующей зондовой микроскопии. Туннельная и атомно-силовая зондовая микроскопия. Информативные возможности и пространственное разрешение. Основные элементы сканирующего зондового микроскопа. Применение при исследовании нанообъектов и линейных измерениях в нанодиапазоне.

Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования

3.1. Рентгеноспектральный микроанализ. Генерация рентгеновского излучения при взаимодействии электронов с твердым телом. Основные принципы рентгеноспектрального анализа. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон

Мозли. Закономерности в рентгеновских спектрах. Спектральные серии. Тормозное рентгеновское излучение. Принципы разложения рентгеновского излучения в спектр. Спектрометры с волновой и энергетической дисперсией. Рентгеновский микроанализ с электронным зондом. Метрологические характеристики (локальность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, диапазон определяемых элементов). Устройство рентгеновского микроанализатора. Принципы количественного анализа. Рентгеновский микроанализ в просвечивающей электронной микроскопии. Предельные возможности.

3.2. Электронная спектроскопия. Оже спектроскопия и рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Информативные возможности. Локальность определений. Экспериментальные особенности реализации методов. Вакуумные условия. Принципы определения формы нахождения элементов – химический сдвиг. Локальная оже-спектроскопия с электронным зондом. Предельные возможности электронной спектроскопии.

3.3. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Основные физические явления при взаимодействии ионов с твердым телом. Катодное распыление. Процессы ионизации, коэффициенты относительной элементной чувствительности. Принципы действия масс-спектрометров, основные типы масс-сепараторов. Масс-спектрометр вторичных ионов. Основные элементы. Требования к вакуумным условиям. Понятие о распределительном (послойном) анализе. Локальность определения. Принципы количественного анализа. Калибровка прибора по глубине. Метрологические характеристики масс-спектрометрии вторичных ионов. Время пролетная масс-спектрометрия.

3.4. Интерферометрические методы измерения наноперемещений. Принцип действия лазерного интерферометра. Предельные возможности интерферометрии. Совмещенные установки – электронные и зондовые микроскопы с лазерными интерферометрами.

3.5. Дифракционные методы исследования нанообъектов. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Уравнения Лауэ, уравнение Вульфа-Брэггов. Связь угловой ширины дифракционного максимума и размера области рассеяния. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и электронов. Применение для измерения размеров наночастиц.

3.6. Методы выявления квантово-размерных эффектов. Люминесценция, рамановское рассеяние. Применение химических зондов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- физико-химические основы методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;	-	+	+
2	- физические основы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, туннельной и атомно-силовой микроскопии;	-	+	+
3	- физические основы спектроскопических и дифракционных методов изучения и анализа наносистем и наноматериалов;	-	-	+

№ п/ п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
4	- виды и устройство основных приборов для исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;	-	+	+
5	- основные требования к объектам анализа для различных методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;	+	+	+
	Уметь:			
6	- выбирать необходимый метод анализа и диагностики наночастиц, наноматериалов и наносистем в соответствии с поставленной исследовательской целью;	+	+	+
7	- оценивать достоверность полученных результатов анализа наночастиц и наноматериалов;	-	+	+
8	- проводить сравнение результатов, полученных разными методами;	-	-	+
	Владеть:			
9	- навыками использования различных технических средств для измерения и контроля основных параметров наночастиц и наноматериалов;	-	-	+
10	- навыками анализа полученных результатов.	-	+	+
	Код и наименование ПК			
11	ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	+	+	+
12	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	+	+	+
13	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине *«Методы анализа наноструктурированных материалов»* в объеме 16 часов (0,45 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Примерный перечень практических занятий

№	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	– Физические основы электронной микроскопии;	4
2	Раздел 2	– Растровая электронная микроскопия;	4
3	Раздел 2	– Просвечивающая электронная микроскопия;	4
4	Раздел 3	– Дифракционные методы исследования нанообъектов	4

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине **«Методы анализа наноструктурированных материалов»** в объеме 32 часов (0,89 зач. ед.). Лабораторные работы охватывают 2 раздела дисциплины. В практикум входит 4 работы, примерно по 8 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Лабораторные занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 30 баллов (максимально по 7,5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№	№ раздела	Темы лабораторных занятий	Часы
1	Раздел 2	– Пробоподготовка и исследование образцов пленок, покрытий методом растровой электронной микроскопии;	8
2	Раздел 2	– Пробоподготовка и исследование образцов наночастиц оксидов металлов методом просвечивающей электронной микроскопии;	8
3	Раздел 2	– Пробоподготовка и исследование образцов покрытий методом сканирующей зондовой микроскопии;	8
4	Раздел 3	– Дифракционные методы исследования нанопорошков оксидов металлов.	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины **«Методы анализа наноструктурированных материалов»** предусмотрена самостоятельная работа в объеме 102 часа (2,83 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу дисциплины;

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов (по 10 баллов за каждую работу).

Каждая контрольная работа по дисциплине *«Методы анализа наноструктурированных материалов»* представляет собой набор из 2 открытых вопросов, затрагивающих темы, рассмотренные в рамках раздела, а также служащие закреплению ранее пройденного материала. Каждый вопрос оценивается исходя из 5 баллов. При оценивании учитывается полнота и логичность построения ответа.

Раздел 1. Пример варианта контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1 Как можно разделить группы медленных вторичных электронов и обратно-рассеянных электронов в случае использования детектора Эверхарта-Торнли?

2 Почему при энергиях, используемых в растровой электронной микроскопии не наблюдается образования радиационных дефектов в кристаллических неорганических материалах?

Раздел 2. Пример варианта контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Почему пространственное разрешение растровых электронных микроскопов с термоэмиссионным катодом хуже, чем пространственное разрешение тех же микроскопов с автоэмиссионным катодом?

2. Атомно-силовая микроскопия обладает лучшим пространственным разрешением, чем растровая, соответствующие приборы достаточно дешевы. Почему продолжается выпуск и использование растровых электронных микроскопов?

Раздел 3. Пример варианта контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Природа тормозного рентгеновского излучения.

2. Какие составляющие фона аналитического сигнала известны в электронно-зондовом микроанализе?

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Экзамен)

Максимальная количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается в 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Как зависит минимальный диаметр электронного зонда от тока зонда?
2. Чему равна, по порядку, величины энергии медленных вторичных электронов?
3. Что такое кантен-эффект?
4. Что такое эффект атомного номера в электроннозондовом микроанализе?
5. Начиная с какого элемента периодической таблицы можно наблюдать К - и L - серии рентгеновского излучения?
6. Сравните энергетическое разрешение спектрометров с волновой и энергетической дисперсией.
7. Какой диапазон переделываемых содержаний в электроннозондовом микроанализе?
8. Назовите причины, по которым в растровой электронной микроскопии используют диапазон энергий электронов от 1 до 30 кВ.
9. Каков механизм образования медленных вторичных электронов?
10. Чему равно пространственное разрешение РЭМ в режиме регистрации обратно-рассеянных электронов?
11. Может ли локальность определений разных элементов в одном и том же образце при одних и тех же экспериментальных условиях быть разной?
12. Опишите принцип работы рентгеновского спектрометра с волновой дисперсией.
13. Какова наиболее короткая длина волны рентгеновского излучения, испускаемая медным образцом под действием пучка электронов, с энергией 10 кВ?
14. Почему в рентгеновском спектре в К-серии имеются яркие линии, обусловленные переходами К-L2 и К-L3 и нет линии, обусловленной переходом К-L1?
15. Почему в электронных микроскопах используют высокий вакуум?
16. Какова глубина выхода медленных вторичных электронов? Зависит ли эта величина от ускоряющего напряжения микроскопа?
17. Зачем между поверхностью сцинтиллятора и сеткой в детекторе Эверхарта-Торнли прикладывают высокое напряжение?
18. Что такое матричный эффект в электроннозондовом микроанализе?
19. Исходя из локальности определений и предела обнаружения оцените (по порядку величины) минимальную массу элемента, которая может быть определена в электроннозондовом микроанализе.
20. Какие минимальные содержания элементов можно определять в электроннозондовом микроанализе?
21. Если положения линий характеристического рентгеновского излучения подчиняется закону Мозли (монотонная зависимость от атомного номера), то откуда берутся наложения рентгеновских линий?
22. Что такое работа выхода электрона?
23. Вычислить глубину фокуса в РЭМ при увеличении 1000 крат, рабочем расстоянии 10 мм и диаметре объективной диафрагмы 100 мкм. Изображение имеет размер 1000x1000 пикселей.
24. В каком диапазоне лежит энергия обратно-рассеянных электронов?
25. Чему равно пространственное разрешение РЭМ в режиме регистрации медленных вторичных электронов?
26. Сформулируйте закон Мозли.
27. Почему в электроннозондовом микроанализе не используют образцы сравнения, близкие по составу к составу анализируемого микрообъекта?
28. Возможна ли генерация рентгеновского излучения обратно рассеянными электронами? Медленными вторичными электронами?
29. При каком значении напряженности поля вблизи катода наблюдается автоэлектронная эмиссия?
30. Что такое коэффициент вторичной электронной эмиссии?
31. Как устроен детектор обратно-рассеянных электронов?

32. Зачем на входе детектора Эверхарта-Торнли используют сетку с регулируемым потенциалом?
33. Что такое локальность определений?
34. Назовите основные матричные эффекты в электроннозондовом микроанализе.
35. Используя закон Мозли, найти длину волны CrKa-линии ($Z=24$), если известно, что $\lambda_{NiKa}=1.658$ ангстрем и $\lambda_{SiKa}=7.125$ ангстрем.
36. Чему приблизительно равен разброс энергии электронов в случае вольфрамового термокатода, катода с эмиссией Шоттки и катода с полевой эмиссией, работающем при комнатной температуре?
37. Почему при энергиях, используемых в растровой электронной микроскопии не наблюдается образования радиационных дефектов в кристаллических неорганических материалах?
38. Как образуется контраст изображения, обусловленный микрорельефом поверхности в режиме регистрации обратно рассеянных электронов?
39. В результате каких процессов возникает характеристическое рентгеновское излучение?
40. Зачем в спектрометрах с энергетической дисперсией применяют охлаждение отдельных элементов?
41. Почему локальность электроннозондового микроанализа в просвечивающей электронной микроскопии существенно лучше, чем в растровой?
42. Сколько электронов в секунду поступает в образец при токе зонда 10 нА?
43. Чем определяется пространственное разрешение растрового электронного микроскопа?
44. Как зависит коэффициент обратного рассеяния от энергии первичных электронов (в диапазоне энергий, используемых в РЭМ)?
45. Если медленные вторичные электроны возникают не только в результате прохождения через вещество электронов электронного зонда, но и при выходе через поверхность образца обратно-рассеянных электронов, почему пространственное разрешение в режиме регистрации медленных вторичных электронов на два порядка лучше, чем при регистрации обратно рассеянных электронов?
46. Что такое рентгеновское излучение?
47. Опишите принцип работы рентгеновского спектрометра с энергетической дисперсией.
48. Возможна ли генерация рентгеновского излучения обратно рассеянными электронами? Медленными вторичными электронами?
49. Какие образцы нельзя исследовать в РЭМ?
50. Почему минимальный диаметр сфокусированного электронного пучка зависит от типа используемого катода микроскопа?
51. В чем различие в зависимостях коэффициентов вторичной эмиссии (медленные вторичные электроны) и обратного рассеяния от атомного номера для чистых элементов?
52. Как можно разделить группы медленных вторичных электронов и обратно-рассеянных электронов в случае использования детектора Эверхарта-Торнли?
53. Природа тормозного рентгеновского излучения.
54. Опишите условия возникновения эффекта вторичной флуоресценции в электроннозондовом микроанализе.
55. Будет ли наблюдаться характеристическое излучение меди, если энергия электронного зонда 5 кВ?
56. Почему локальность по направлению электронного зонда отличается от локальности в перпендикулярном направлении?
57. Как зависит коэффициент обратного рассеяния электронов от угла, между электронным зондом и поверхностью образца?
58. Какова величина термического воздействия электронного зонда на образец?

59. Вычислить, какому расстоянию в нм соответствует один пиксель изображения, если размер изображения 1024x1024 пикселя а увеличение 90 000 крат, размер экрана микроскопа 20x20 см.

60. В каком из эмиссионных режимов растрового электронного микроскопа наблюдается контраст изображения, обусловленных различием химического (элементного) состава областей образца?

61. Какие составляющие фона аналитического сигнала известны в электроннозондовом микроанализе?

62. Возможна ли генерация медленных вторичных электронов обратно рассеянными?

63. Что такое высокоэнергетическая (коротковолновая) граница спектра тормозного рентгеновского излучения?

64. Какие физические явления используются для формирования изображений в различных режимах РЭМ?

65. Что такое кроссовер?

66. Каким образом в растровой электронной микроскопии осуществляют сканирование электронного зонда по образцу?

67. Почему локальность по направлению электронного зонда отличается от локальности в перпендикулярном направлении?

68. Размер какой из областей в образце больше – области выхода обратно-рассеянных электронов или области выхода характеристического излучения меди? Образец – чистая медь. Ускоряющее напряжение 30 кВ.

69. Каким образом измеряют потенциал поверхности в режиме регистрации медленных вторичных электронов?

70. Какие минимальные содержания элементов можно определять в электроннозондовом микроанализе?

71. Что такое рентгенофлуоресцентный анализ с полным внешним отражением?

72. Какой диаметр рентгеновского пучка достигну в настоящее время?

73. Принцип действия конфокального рентгеновского микроскопа.

74. Что такое спектроскопия характеристических потерь энергии электронов?

75. С какой целью применяют корректоры аберраций?

76. В чем отличие электронограммы поликристалла от электронограммы монокристалла?

77. Чему (по порядку величины) равна длина свободного пробега оже-электрона в твердом теле по отношению к неупругому рассеянию?

78. Почему в оже-электронной спектроскопии используют сверхвысокий вакуум?

79. Чему равна локальность определений по глубине в рентгенофотоэлектронной спектроскопии.

80. Характеристики метода масс-спектрометрии вторичных ионов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы

Структура и пример билета для экзамена:

Экзамен по дисциплине **«Методы анализа наноструктурированных материалов»** включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за каждый вопрос – 20 баллов.

«Утверждаю»	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет

И.о. зав. кафедрой НМНТ _____М.Ю. Королева «__» _____ 20__ г.	имени Д.И. Менделеева
	<i>Кафедра наноматериалов и нанотехнологии</i>
	<i>22.03.01 Материаловедение и технологии материалов</i> Профиль – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»
	<i>Методы анализа наноструктурированных материалов</i>
Билет № 1	
1. Исходя из локальности определений и предела обнаружения, оцените (по порядку величины) минимальную массу элемента, которая может быть определена в электроннозондовом микроанализе.	
2. Принцип действия конфокального рентгеновского микроскопа.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.
2. Горащенко Н.Г., Петрова О.Б., Степанова И.В. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 93 с.

Б. Дополнительная литература

1. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / В. В. Старостин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с.
2. Гаврилова, Н. Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 51 с.
3. Поленов Ю. В., Егорова Е. В. Физико-химические основы нанотехнологий: учебник — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-4113-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207023> (дата обращения: 22.04.2022). — С. 145.

1.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
3. ACS Nano Print Edition ISSN: 1936-0851, Web Edition ISSN: 1936-086X
4. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com, www.scopus.com.
5. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org>
6. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
7. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
8. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

– банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25);

– банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «**Материаловедение и технологии материалов**»);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

– Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

– Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебная дисциплина *«Методы анализа наноструктурированных материалов»* включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 10 баллов каждая (всего 3 контрольные работы). Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 30 баллов, по 7,5 баллов за каждую лабораторную работу

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных и лабораторных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и на экзамене. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Методы анализа наноструктурированных материалов»*, является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области анализа наноматериалов.

В ходе рассмотрения всех разделов дисциплины основной задачей преподавателя является дать студентам представление о возможностях практического использования методов микроскопии и спектроскопии для анализа наноматериалов.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок, связанных с тематикой дисциплины.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708372 изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Научные лаборатории кафедры, снабженные лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами, необходимым общелабораторным оборудованием (весы аналитические, сушильные шкафы, вакуум-сушильные шкафы, колбонагреватели, ротационные испарители, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, pH-метры, кондуктометры) и специализированным оборудованием для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и наноструктурированных систем, в том числе планетарная микромельница, спектрофотометр в УФ и видимой области, синхронный термический анализатор, анализатор размера и дзета-потенциала частиц, анализатор стабильности дисперсных систем, ротационный вискозиметр (реометр)

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	• InfoPath				
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Особенности исследования нанообъектов и наносистем	знает: - основные требования к объектам анализа для различных методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем; умеет: - выбирать необходимый метод анализа и диагностики наночастиц, наноматериалов и наносистем в соответствии с поставленной	Оценка за контрольную работу № 1.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	исследовательской целью;	
Раздел 2. Методы микроскопии	знает: - физико-химические основы методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем; - физические основы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, туннельной и атомно-силовой микроскопии; умеет: - оценивать достоверность полученных результатов анализа наночастиц и наноматериалов; владеет: - навыками анализа полученных результатов.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за лабораторный практикум (3 лабораторные работы)
Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования	знает: - физические основы спектроскопических и дифракционных методов изучения и анализа наносистем и наноматериалов; - виды и устройство основных приборов для исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем; умеет: - проводить сравнение результатов, полученных разными методами; владеет: - навыками использования различных технических средств для измерения и контроля основных параметров наночастиц и наноматериалов;	Оценка за контрольную работу № 3. Оценка за лабораторный практикум (1 лабораторная работа)

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ»**

**Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена старшим преподавателем кафедры наноматериалов и нанотехнологии А.И. Шарапаевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14 » мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору и рассчитана на изучение дисциплины в 1 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физикохимии наноматериалов.

Цель дисциплины состоит в формировании у студентов комплексного представления о возможностях термического анализа для исследования наноматериалов.

Задача дисциплины формирование у студентов знаний и навыков выбора методов термического анализа наноматериалов для достижения требуемого научного и практического результата; формирование понимания методологических основ выбора аппаратно-технического обеспечения проведения термического анализа наноматериалов.

Дисциплина **«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** при подготовке бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» направлено на приобретение следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-4.2 Умеет выбирать методы исследования основных типов наноматериалов, анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов ПК-4.3. Владеет основными методами анализа и контроля	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;		качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа	ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства

группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;	научно-технической документации	области наноматериалов и наносистем	наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- классификацию и физическо-химические основы термического анализа материалов;
- устройство и принцип работы основных приборов термического анализа;
- возможности применения термических методов анализа в технологии наноматериалов;

Уметь:

- анализировать результаты исследования наноматериалов термическими методами;
- рассчитывать физико-химические параметры химических реакций с участием наноматериалов по результатам термогравиметрии и сканирующей калориметрии;
- подбирать необходимое техническое оформление для исследования наноматериалов требуемых типов.

Владеть:

- стандартными методиками анализа наноматериалов методами термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;
- основами термокинетического анализа;
- методами работы с научной-технической литературой по теоретическим и технологическим аспектам термогравиметрического анализа наноматериалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	3,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	1,33	48
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	1,67	60
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			7 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	81	3,0	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	36	1,33	36
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	45	1,67	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,15	1,67	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,85		44,85
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п.п.	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. История и основы термического анализа материалов	28	4	6	-	18
1.1	История и этапы развития термических методов анализа	7	1	-	-	6
1.2	Основные задачи термического анализа материалов	9	1	2	-	6
1.3	Техническая реализация термического анализа	12	2	4	-	6
2	Раздел 2. Классические методы термического анализа	40	6	14	-	20
2.1	Термогравиметрический анализ (ТГА)	9	1	4	-	4
2.2	Дифференциально-термический анализ (ДТА)	11	1	4	-	6
2.3	Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК)	12	2	4	-	6
2.4	Дилатометрия	8	2	2	-	4
3	Раздел 3. Комплексные методы анализа наноматериалов	40	6	12	-	22
3.1	Термический анализ с изучением выделившихся газов	8	2	2	-	4
3.2	Применение термических методов для анализа наноматериалов	12	2	4	-	6
3.3	Исследование количественных	10	-	4	-	6

№ п.п.	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
	характеристик наноматериалов методами термического анализа					
3.4	Перспективные методы термического анализа	10	2	2	-	6
	ИТОГО	108	16	32	-	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. История и основы термического анализа материалов

История и этапы развития термических методов анализа. Эксперименты Лешателье и Остена. Метод периодического прокаливании-взвешивания. Принципиальное устройство дериватографа.

Основные задачи термического анализа материалов. Физико-химические основы термических методов анализа. Динамический и изотермические режимы термических методов анализа. Области применения термических методов анализа наноматериалов.

Техническая реализация термического анализа. Термопары: материалы и свойства. Понятие эталона вещества. Влияние скорости реакций и условия проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму дифференциальной кривой. Источники ошибок и погрешностей в дифференциально-термическом анализе.

Раздел 2. Классические методы термического анализа

Термогравиметрический анализ (ТГА). Основы метода термогравиметрического анализа. Принцип устройства прибора ТГА. Кривые ТГА. Воспроизводимость и точность метода ТГА. Влияние условия проведения эксперимента на результаты ТГА. Способы определения температурных интервалов разложения веществ, определение потерь массы. Источники ошибок и погрешностей в ТГА.

Дифференциально-термический анализ (ДТА). Основы метода дифференциально-термического анализа. Уравнение Кирхгофа. Принцип устройства прибора ДТА. Кривые ДТА. Преимущества и недостатки ДТА. Теплоперенос.

Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Области применения ДСК). Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов. Исследование кинетики реакций термического разложения материалов. Источники ошибок и погрешностей в ДСК. Варианты ДСК принципиально-отличные от ДТА. Синхронный термический анализ материалов.

Дилатометрия. Характеристика метода. Определение изменений длины образцов при нагреве и охлаждении или при изотермической выдержке. Температурный контроль в дилатометре. Дроп-калориметрия. Способы определения теплоёмкости материалов.

Раздел 3. Комплексные методы анализа наноматериалов

Термический анализ с изучением выделившихся газов. Совмещение приборов термического анализа с ИК-Фурье и масс-спектрометрами (МС). СТА-ИК-Фурье: принцип работы и области применения. СТА-МС: принцип работы и области применения.

Применение термических методов для анализа наноматериалов. Исследование плавления наночастиц металлов с помощью термических методов анализа. Определение теплоёмкости наноструктурированных материалов. Синхронный термический анализ композиционных материалов.

Исследование количественных характеристик наноматериалов методами термического анализа. Исследование фазовых диаграмм многокомпонентных наносистем. Влияние различных факторов (примеси, химические взаимодействия, атмосфера печи) на точность количественного и качественного анализа.

Перспективные методы термического анализа. Основные принципы термомагнитометрии. Термосонометрия. Высокотемпературный оптический ДТА и его аналоги. Метод лазерной вспышки: принципиальное устройство прибора, физико-химические основы, примеры применения. Метод греющих плит. Высокоточное измерение тепловых потоков.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:				
1	– классификацию и физическо-химические основы термического анализа материалов;	+	+	+
2	– устройство и принцип работы основных приборов термического анализа;	+	+	+
3	– возможности применения термических методов анализа в технологии наноматериалов.	+	+	+
Уметь:				
4	– анализировать результаты исследования наноматериалов термическими методами;		+	+
5	– рассчитывать физико-химические параметры химических реакций с участием наноматериалов по результатам термогравиметрии и сканирующей калориметрии;		+	+
6	– подбирать необходимое техническое оформление для исследования наноматериалов требуемых типов.	+	+	+
Владеть:				
7	– стандартными методиками анализа наноматериалов методами термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;		+	+
	– основами термокинетического анализа;		+	+
8	– методами работы с научной-технической литературой по теоретическим и технологическим аспектам термогравиметрического анализа наноматериалов.	+	+	+
Код и наименование ПК				
9	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	+	+	+

10	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине **«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** в объеме 32 часов (0,89 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на получение теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Примерные темы практических занятий по дисциплине:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Основные задачи термического анализа материалов	2
2	1	Техническая реализация термического анализа	4
3	2	Термогравиметрический анализ (ТГА)	4
4	2	Дифференциально-термический анализ (ДТА)	4
5	2	Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК)	4
6	2	Дилатометрия	2
7	3	Термический анализ с изучением выделившихся газов	2
8	3	Применение термических методов для анализа наноматериалов	4
9	3	Исследование количественных характеристик наноматериалов методами термического анализа	4
10	3	Перспективные методы термического анализа	2

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» проведение лабораторных занятий по дисциплине **«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»** не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины *«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 60 часов (1,67 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовку к контрольным работам;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Примерный перечень тематик реферативно-аналитической работы:

1. История развития методов термического анализа;
2. Дифференциально-термический анализ;
3. Дифференциально-сканирующая калориметрия;
4. Методы ДСК-теплового потока;
5. Экспериментальные установки для сверхвысокотемпературных исследований;
6. Способы измерения температур и тепловых потоков;
7. Размерные эффекты в плавлении и теплоёмкости нанокристаллов;
8. Метод греющих плит. Высокоточное измерение тепловых потоков;
9. Высокотемпературный оптический термический анализ и его аналоги;
10. Перспективные методы термического анализа;

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 20 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Эксперимент и метод Ле-Шателье.
2. Основные виды термического анализа: ТГА, ДТА и ДСК.
3. Принципиальное устройство дериватографа.
4. Физико-химические основы термических методов анализа.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Термогравиметрический анализ (ТГА). Влияние условия проведения эксперимента на результаты ТГА.

2. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Основы метода дифференциально-термического анализа. Уравнение Кирхгофа.
3. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Принцип устройства прибора ДТА. Кривые ДТА. Преимущества и недостатки ДТА.
4. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Влияние скорости реакций и условия проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму дифференциальной кривой. Источники ошибок и погрешностей в ДТА.
5. Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Области применения ДСК). Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов.
6. Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Исследование кинетики реакций термического разложения материалов. Источники ошибок и погрешностей в ДСК. Разница между ДТА и ДСК. Синхронный термический анализ материалов.
7. Дилатометрия. Характеристика метода. Определение изменений длины образцов при нагреве и охлаждении или при изотермической выдержке. Температурный контроль в дилатометре.
8. Дроп-калориметрия. Способы определения теплоёмкости материалов.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Комплексные методы анализа наноматериалов. Анализ выделившихся газов. Совмещение приборов термического анализа с ИК-Фурье и масс-спектрометрами (МС). СТА-ИК-Фурье: принцип работы и области применения. СТА-МС: принцип работы и области применения.
2. Применение термических методов для анализа наноматериалов. Исследование плавления наночастиц металлов с помощью термических методов анализа.
3. СТА композиционных материалов. Исследование количественных характеристик наноматериалов методами термического анализа.
4. Метод лазерной вспышки: принципиальное устройство прибора, физико-химические основы, примеры применения.

Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

1. Эксперимент и метод Ле-Шателье.
2. Основные виды термического анализа: ТГА, ДТА и ДСК.
3. Принципиальное устройство дериватографа.
4. Физико-химические основы термических методов анализа.
5. Динамический и изотермические режимы термических методов анализа.
6. Термогравиметрический анализ (ТГА). Основы метода термогравиметрического анализа. Принцип устройства прибора ТГА.
7. Термогравиметрический анализ (ТГА). Влияние условия проведения эксперимента на результаты ТГА.
8. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Основы метода дифференциально-

- термического анализа. Уравнение Кирхгофа.
9. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Принцип устройства прибора ДТА. Кривые ДТА. Преимущества и недостатки ДТА.
 10. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Влияние скорости реакций и условия проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму дифференциальной кривой. Источники ошибок и погрешностей в ДТА.
 11. Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Области применения ДСК). Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов.
 12. Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Исследование кинетики реакций термического разложения материалов. Источники ошибок и погрешностей в ДСК. Разница между ДТА и ДСК. Синхронный термический анализ материалов.
 13. Дилатометрия. Характеристика метода. Определение изменений длины образцов при нагреве и охлаждении или при изотермической выдержке. Температурный контроль в дилатометре.
 14. Дроп-калориметрия. Способы определения теплоёмкости материалов.
 15. Комплексные методы анализа наноматериалов. Анализ выделившихся газов. Совмещение приборов термического анализа с ИК-Фурье и масс-спектрометрами (МС). СТА-ИК-Фурье: принцип работы и области применения. СТА-МС: принцип работы и области применения.
 16. Применение термических методов для анализа наноматериалов. Исследование плавления наночастиц металлов с помощью термических методов анализа.
 17. СТА композиционных материалов. Исследование количественных характеристик наноматериалов методами термического анализа. Влияние различных факторов (примеси, химические взаимодействия, атмосфера печи) на точность количественного и качественного анализа.
 18. Основные принципы термомагнитометрии. Термосонометрия. Высокотемпературный оптический ДТА и его аналоги.
 19. Метод лазерной вспышки: принципиальное устройство прибора, физико-химические основы, примеры применения.
 20. Метод греющих плит. Высокоточное измерение тепловых потоков.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Термомеханический и динамический механический анализ полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Олихова. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 95 с. : ил.; 5,6 усл. печ. л. – Библиогр.: с. 92-95.
2. Шипина О.Т. Термический анализ в изучении полимеров: учебное пособие/ О.Т. Шипина, В.К. Мингазова, В.А. Петров, А.В. Косточко. – М-во образ.и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 99 с.

Б. Дополнительная литература

1. Поленов Ю. В., Егорова Е. В. Физико-химические основы нанотехнологий: учебник — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-4113-6. — Текст : электронный //

Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207023> (дата обращения: 22.04.2023). — С. 145.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Journal of Thermal Analysis and Calorimetry» ISSN 1388-6150
- Журнал «International Journal of Thermal Sciences» ISSN 1290-0729
- Журнал «Журнал неорганической химии» ISSN 0044-457X

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://science-direct.com>
- <http://scopus.com>
- <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций и семинаров – 8, (общее число слайдов – более 100);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **«Материаловедение и технологии материалов»**);

- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
 - Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
 - Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
 - Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);
 - Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);
 - Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);
 - Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).
- При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:
- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).
 - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).
 - ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина *«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его демонстрационными фильмами, а также сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы, последний раздел заканчивается итоговой контрольной работой. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ и реферативно-аналитическую работу (реферат, максимальная оценка 20 баллов). Максимальная оценка работы в семестре составляет 100 баллов. Реферат – это итог самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научно-исследовательской (учебно-исследовательской) темы, в котором автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Написание реферата предполагает глубокое изучение поставленной перед обучающимся задачи. Программой дисциплины «Методы термического анализа в технологии наноматериалов» предусмотрено выполнение студентом рефератов по разделам (темам) объемом 8-15 страниц.

Критерии оценки реферативно-аналитической работы:

18-20 баллов – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую задачу и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к оформлению работы, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

14-16 баллов – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении работы; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

8-12 баллов – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы.

2-6 баллов – тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

0 баллов – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина *«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* изучается в 6 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Методы термического анализа для оценки качества наноструктурированных композиционных материалов»* является формирование у студентов знаний и навыков выбора методов термического анализа наноматериалов для достижения требуемого научного и практического результата, а также формирование понимания методологических основ выбора аппаратно-технического обеспечения проведения термического анализа наноматериалов.

На первом вводном лекционном занятии при рассмотрении перспектив развития композиционных материалов, преподавателю необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- истории и этапам развития термических методов анализа;
- логическому обоснованию выбора метода анализа для каждого конкретного случая.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении лекционных и практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок строительных материалов.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 г. составляет 1 708328 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы термического анализа в технологии наноматериалов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
3.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
			версию продукта)		

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. История и основы термического анализа материалов	<i>Знает:</i> – классификацию и физическо-химические основы термического анализа материалов; – устройство и принцип работы основных приборов термического анализа; – возможности применения термических методов анализа в технологии наноматериалов; <i>Умеет:</i> – подбирать необходимое техническое оформление для исследования наноматериалов требуемых типов; <i>Владеет:</i> – методами работы с научной-технической литературой по теоретическим и технологическим аспектам термогравиметрического анализа наноматериалов.	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за реферат. Оценка за итоговую контрольную работу.
Раздел 2. Классические методы термического анализа	<i>Знает:</i> – классификацию и физическо-химические основы термического анализа материалов; – устройство и принцип работы основных приборов термического анализа; – возможности применения термических методов анализа в технологии наноматериалов; <i>Умеет:</i> – анализировать результаты исследования наноматериалов	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за реферат. Оценка за итоговую контрольную работу.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	термическими методами; – рассчитывать физико-химические параметры химических реакций с участием наноматериалов по результатам термогравиметрии и сканирующей калориметрии; – подбирать необходимое техническое оформление для исследования наноматериалов требуемых типов; <i>Владеет:</i> – стандартными методиками анализа наноматериалов методами термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии; – основами термокинетического анализа; – методами работы с научной-технической литературой по теоретическим и технологическим аспектам термогравиметрического анализа наноматериалов.	
Раздел3. Комплексные методы анализа наноматериалов	<i>Знает:</i> – классификацию и физическо-химические основы термического анализа материалов; – устройство и принцип работы основных приборов термического анализа; – возможности применения термических методов анализа в технологии наноматериалов; <i>Умеет:</i> – анализировать результаты исследования наноматериалов термическими методами; – рассчитывать физико-химические параметры химических реакций с участием наноматериалов по результатам термогравиметрии и сканирующей калориметрии; – подбирать необходимое техническое оформление для исследования наноматериалов требуемых типов; <i>Владеет:</i> – стандартными методиками анализа	Оценка за контрольную работу № 3. Оценка за реферат. Оценка за итоговую контрольную работу.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	наноматериалов методами термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии; – основами термокинетического анализа; – методами работы с научной-технической литературой по теоретическим и технологическим аспектам термогравиметрического анализа наноматериалов.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 1 от «27» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование химико-технологических процессов»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профили подготовки

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

«Материаловедение для фотоники и электроники»

«Электрохимия в материаловедении»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Советиным Ф.С.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шумаковой О.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«21» мая 2025 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **информатики и компьютерного проектирования** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Моделирование химико-технологических процессов»** относится к части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии.

Цель дисциплины – приобретение базовых знаний по основным разделам курса, а также умений и практических навыков в области моделирования химико-технологических процессов, используемых при решении научных и практических задач.

Задачи дисциплины:

- Изучение студентами различных специальностей университета методов построения компьютерных (эмпирических и физико-химических) моделей процессов химической технологии;
- Изучение студентами методов исследования и оптимизации процессов химической технологии с применением адекватных компьютерных моделей;
- Овладение студентами приемами и практикой применения пакетов прикладных программ для компьютерного моделирования химико-технологических процессов.

Дисциплина **«Моделирование химико-технологических процессов»** преподается в 6 или 7 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественно-научные и общеинженерные знания	ОПК-1.1; Применяет знания основ математики, математический аппарат, методы математического анализа и моделирования при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;

Уметь:

- применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии
- использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ.

Владеть:

- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов
- методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	60
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,78	28	21
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)	0,78	28	21
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Введение.	3	-	2	-	-	-	-	-	1
2.	Раздел 1. Построение эмпирических моделей химико-технологических процессов	36	-	10	-	12	-	6	-	8
3.	Раздел 2. Построение физико-химических химико-технологических процессов	36	-	10	-	12	-	6	-	8
4.	Раздел 3. Основы оптимизации химико-технологических процессов	30	-	8	-	8	-	4	-	10
5.	Заключение.	3	-	2	-	-	-	-	-	1
6.	ИТОГО	108	-	32	-	32	-	16	-	28

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение

Основные понятия.

Основные принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов (ХТП). Математические эмпирические и математические физико-химические модели и компьютерное моделирование. Детерминированные и вероятностные математические модели. Применение методологии системного анализа для решения задач моделирования. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании. Автоматизированные системы прикладной информатики. Иерархическая структура химических производств и их математических моделей. Применение компьютерных моделей химических процессов для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем. Основные приемы математического моделирования: эмпирический, структурный (физико-химический) и комбинированный (теоретический). Построение статических и динамических моделей. Решение прямых задач. Проектный и поверочный (оценочный) расчет процессов. Решение обратных задач. Параметрическая и структурная идентификация математических моделей. Установление адекватности математических моделей. Стратегия проведения расчетных исследований и компьютерного моделирования реальных процессов.

Раздел 1. Построение эмпирических моделей химико-технологических процессов.

Тема 1.1. Формулировка задачи аппроксимации данных для описания экспериментальных зависимостей и получения эмпирических моделей процессов. Виды критериев аппроксимации. Критерий метода наименьших квадратов. Решение задачи аппроксимации для нелинейной и линейной по параметрам моделей. Матричная формулировка задачи аппроксимации. Аналитический и алгоритмический подходы для решения задачи аппроксимации для линейных и линеаризованных моделей методом наименьших квадратов.

Тема 1.2. Нормальный закон распределения для векторных случайных величины и определение их числовых характеристик. Математическое ожидание и дисперсия для векторных случайных величин. Дисперсионный и корреляционный анализ. Понятия дисперсии воспроизводимости и адекватности, а также - остаточной дисперсии. Определение выборочных коэффициентов корреляции и коэффициента множественной корреляции. Статистический подход к определению ошибок и погрешностей в экспериментальных точках измерений.

Тема 1.3. Регрессионный и корреляционный анализ для построения эмпирических моделей на основе данных пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов. Основные допущения регрессионного и корреляционного анализа. Критерии проверки однородности дисперсий. Выбор вида уравнений регрессии, а также определение коэффициентов регрессии и их значимости с использованием критерия Стьюдента. Процедура исключения незначимых коэффициентов регрессии. Определение адекватности регрессионных моделей с помощью критерия Фишера.

Тема 1.4. Основные положения теории планирования экспериментов (I): полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обработка его результатов. Оптимальные свойства матрицы планирования и свойство ортогональности. Определение коэффициентов моделей, их значимости и проверка адекватности уравнения регрессии. Свойство ротатбельности полного факторного эксперимента.

Тема 1.5. Основные положения теории планирования экспериментов (II): ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) экспериментов и обработка его результатов. Обеспечение ортогональности матрицы планирования и определение величины звездного плеча. Определение коэффициентов модели, их значимости и оценка адекватности уравнения регрессии. Расчетное вычисление координат точки оптимума (экстремума).

Тема 1.6. Оптимизация экспериментальных исследований с применением метода Бокса-Вильсона. Основные подходы к оптимизации экспериментальных исследований. Экспериментально-статистический метод. Стратегия движения к оптимуму целевой функции (функции отклика) градиентным методом. Критерии достижения «почти стационарной области» и методы уточнения положения оптимальной точки в факторном пространстве.

Раздел 2. Построение физико-химических химико-технологических процессов.

Тема 2.1 Этапы математического моделирования. Формулировка гипотез, построение математического описания, разработка моделирующего алгоритма, проверка адекватности модели и идентификация их параметров, расчетные исследования (вычислительный эксперимент).

Тема 2.2 Составление систем уравнений математического описания процессов и разработка (выбор) алгоритмов их решения. Блочный принцип построения структурных математических моделей. Обобщенное описание движения потоков фаз в аппаратах с помощью гидродинамических моделей, учитывающих сосредоточенные и распределенные источники вещества и энергии (теплоты). Локальные интенсивности источников вещества и теплоты в потоках, соответствующие различным физико-химическим процессам. Основные типы уравнений математического описания химико-технологических процессов – конечные, обыкновенные дифференциальные и дифференциальные уравнения в частных производных.

Тема 2.3 Математическое моделирование стационарных и динамических режимов гидравлических процессов в трубопроводных системах, глобальные и декомпозиционные методы решения систем нелинейных уравнений, а также явные и неявные методы численного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Составление уравнений математического описания процесса. Построение информационных матриц математических моделей для выбора общего алгоритма решения – моделирующего алгоритма. Реализация алгоритмов решения нелинейных и обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание стационарных режимов ХТП с применением систем линейных и нелинейных уравнений. Итерационные алгоритмы решения. Применение методов простых итераций и Ньютона-Рафсона для получения решения. Проблема сходимости процесса решения. Декомпозиционный метод решения сложных систем конечных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора оптимального алгоритма решения задачи. Понятие жесткости систем дифференциальных уравнений и критерии жесткости. Явные (быстрые) и неявные (медленные) методы решения. Методы первого (метод Эйлера), второго (модифицированные методы Эйлера) и четвертого порядка (метод Рунге-Кутты). Оценка точности методов – ошибок усечения. Переходные ошибки и ошибки округления при численном интегрировании дифференциальных уравнений. Способы обеспечения сходимости решения задачи. Применение неявных методов для решения жестких систем дифференциальных уравнений. Определения шага интегрирования итерационным методом. Методов Крэнка-Никольсона (метод трапеций).

Тема 2.4 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в пластинчатых и змеевиковых теплообменниках. Математическое описание процессов с применением моделей идеального смешения и вытеснения. Выбор и графическое представление алгоритмов решения. Применение стандартных методов вычислительной математики для решения задач.

Тема 2.5 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в прямоточных и противоточных трубчатых теплообменниках, решение задачи Коши и краевой задачи при интегрировании систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Математическое описание процессов с применением моделей идеального вытеснения. Решение задачи Коши и краевой задачи. Представление

алгоритмов вычислений в виде информационной матрицы системы уравнений математического описания и блок-схем расчетов. Математическое описание ХТП с применением систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание объектов с распределенными в пространстве параметрами. Формулировка начальных и краевых условий задач решения. Численный алгоритм 1-го порядка для решения задачи Коши. Метод «пристрелки» для решения краевой задачи.

Тема 2.6 Математическое моделирование стационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Описание микрокинетических закономерностей протекания произвольных сложных химических реакций в жидкой фазе для многокомпонентных систем. Определение ключевых компонентов сложных химических реакций с применением методов линейной алгебры - рангов матриц стехиометрических коэффициентов реакции. Математическое описание реакторного процесса с рубашкой для произвольной схемы протекания химической реакции. Выбор алгоритмов решения задачи с применением информационной матрицы системы уравнений математического описания и представления алгоритма решения с помощью блок-схемы расчета процесса.

Тема 2.7 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Математическая постановка задачи для реакции с произвольной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями. Разностное представление системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора алгоритма решения. Графическое представление алгоритма решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.8 Математическое моделирование стационарных режимов в трубчатых реакторах с прямоточным и противоточным движением теплоносителей. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями и краевой задачи – задачи с крайевыми условиями. Разностное представление систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационных матриц для выбора алгоритмов решения. Графическое представление алгоритмов решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.9 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в трубчатых реакторах и численные алгоритмы дискретизации для решения систем дифференциальных уравнений с частными производными. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка начальных и граничных условий. Дифференциальные уравнения в частных производных - эллиптического, параболического и гиперболического типов. Алгоритмы решения уравнений параболического типа. Математическая модель химического превращения в изотермических условиях для нестационарного процесса в трубчатых аппаратах с учетом продольного перемешивания и с применением однопараметрической диффузионной модели для описания гидродинамической обстановки в реакционном потоке. Алгоритмы решения в виде систем нелинейных уравнений, а также обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Тема 2.10 Математическое моделирование стационарных режимов процессов непрерывной многокомпонентной ректификации и абсорбции. Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. Моделирование фазового равновесия и процесса массопередачи на тарелках в многокомпонентных системах. Учет тепловых балансов на тарелках при моделировании процесса в ректификационной колонне. Декомпозиционный алгоритм расчета процесса ректификации в колонном аппарате. Математическое описание процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне. Моделирование процесса многокомпонентной массопередачи в секциях насадочной колонны. Алгоритм решения краевой задачи для моделирования процесса абсорбции в насадочной колонне.

Раздел 3. Основы оптимизации химико-технологических процессов.

Тема 3.1 Решение задач оптимизации с термодинамическими, технологическими, экономическими, технико-экономическими и экологическими критериями оптимальности. Оптимальные ресурсосберегающие ХТП. Выбор критериев оптимальности (целевых функций). Формулировка многокритериальной задачи оптимизации. Особенности решения оптимизационных задач ХТП при наличии нескольких критериев оптимальности, овражном характере целевой функции и наличии ограничений 1-го и 2-го рода.

Тема 3.2 Алгоритмы одномерной и многомерной оптимизации. Методы сканирования, локализации экстремума, золотого сечения и чисел Фибоначи в случае одномерной оптимизации. Методы многомерной оптимизации нулевого, первого и второго порядков. Симплексные, случайные и градиентные методы многомерной оптимизации. Метод штрафных функций.

Заключение.

А. Применение компьютерных моделей ХТП при проектировании химических производств – в САПР. Задачи систем автоматизированного проектирования (САПР) и структура систем компьютерного проектирования. Информационное и математическое обеспечение САПР. Автоматизированное проектирование с применением компьютерных моделей ХТП.

Б. Применение компьютерных моделей ХТП при управлении технологическими процессами – в АСУТП. Компьютерное моделирование ХТП в режиме реального времени. Системы прямого цифрового (компьютерного) управления технологическими процессами. Особенности реализации компьютерных моделей ХТП в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;	+	+		
2	– методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;	+	+		
3	– методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;			+	
	Уметь:				
4	– применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии;	+	+	+	
5	– использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ.	+	+	+	
	Владеть:				
6	– методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов;	+			
7	– методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
8	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественно-научные и общеинженерные знания	ОПК-1.1; Применяет знания основ математики, математический аппарат, методы математического анализа и моделирования при решении задач профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Параметрическая идентификация эмпирических моделей предсказания давления насыщенных паров индивидуальных веществ с использованием методов линейаризованной регрессии	4
2	1	Параметрическая идентификация эмпирических моделей предсказания давления насыщенных паров индивидуальных веществ с использованием методов нелинейной регрессии	4
3	2	Моделирование простых гидравлических систем с тремя и более емкостями в стационарном режиме	4
4	2	Моделирование простых гидравлических систем с тремя и более емкостями в динамическом режиме	4
5	3	Моделирование химических реакторов идеального смешения	4
6	3	Моделирование химических реакторов идеального вытеснения	4
7	2	Моделирование процессов ректификации	4
8	2	Моделирование процессов абсорбции	4

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Моделирование химико-технологических процессов*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов (максимально по 12 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Обработка результатов пассивного эксперимента;	3
2	1	Обработка результатов активного эксперимента;	3
3	2	Моделирование простой гидравлической системы в стационарном режиме;	3
4	2	Моделирование простой гидравлической системы в динамическом режиме;	3
5	3	Моделирование химических реакторов.	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторного практикума (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 лабораторных работ. Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 12 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к лабораторной работе № 1 и №2.

1. Чем отличаются эмпирические модели от физико-химических моделей?
2. Чем отличается активный эксперимент от пассивного? Почему методология активного эксперимента может применяться для решения задач оптимизации технологических процессов?
3. Какими уравнениями описываются результаты активного эксперимента?
4. Какими уравнениями описываются результаты пассивного эксперимента?
5. Опишите методологию регрессионного анализа для построения эмпирических математических моделей химических процессов.
6. Как выбирается вид эмпирических моделей – линейных и нелинейных?
7. Дайте определение понятиям ковариации и коэффициента корреляции. Что они характеризуют? Как оценить коэффициент корреляции для простейшей линейной модели?
8. Применение методов наименьших квадратов для оценки параметров функций распределений случайных величин.
9. Как определяются коэффициенты регрессии для линейных по параметрам моделей?
10. Как определяются коэффициенты регрессии для нелинейных по параметрам моделей?
11. Опишите процедуру выбора критерия аппроксимации опытных данных и решение задачи определения коэффициентов регрессии для линейных по параметрам моделей методом наименьших квадратов для общего случая.

12. Дайте характеристику следующим матрицам, используемым при параметрической идентификации линейных и линеаризованных эмпирических моделей:
- матрице, зависящей от независимых переменных (факторов) и вида аппроксимирующих функций;
 - информационной матрице;
 - корреляционной матрице
13. Как определить значимость коэффициентов регрессии с использованием t -критерия Стьюдента? Опишите процедуру отсеивания незначимых коэффициентов в пассивном эксперименте.
14. Перечислите основные допущения регрессионного анализа экспериментальных данных.
15. Этапы регрессионного анализа.
16. Как строится матрица дисперсий-ковариаций и рассчитываются её элементы в пассивном эксперименте?
17. Остаточная дисперсия, дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости. Что они характеризуют?
18. Как установить адекватность уравнения регрессии с помощью критерия Фишера?
19. Как установить адекватность уравнения регрессии при отсутствии параллельных опытов?
20. Основные отличия активного и пассивного эксперимента. Как проводится полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обрабатываются его результаты?
21. Как осуществляется ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП) экспериментов и проводится обработка его результатов?
22. Опишите процедуру экспериментально-статистического метода оптимизации Бокса-Вильсона.

Раздел 2. Примеры вопросов к лабораторной работе № 3 и №4.

- Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?
- Как описывается движение потока жидкости через клапан?
- Математическая модель простой гидравлической системы (стационарный и динамический режимы). Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
- Математическое описание гомогенной многостадийной многокомпонентной химической реакции. Закон действующих масс. Матрица стехиометрических коэффициентов. Выражения для скоростей реакций по всем компонентам. Определение ключевых компонентов сложной химической реакции с применением понятия ранга матрицы стехиометрических коэффициентов. Определение скорости выделения или поглощений тепла в сложной химической реакции.
- Математическая модель стационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Изотермический, адиабатический и политропический режимы. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
- Математическая модель нестационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета. Периодический, полупериодический, изотермический, адиабатический и политропический режимы.
- Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известным механизмом её протекания и с прямоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.

8. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известной кинетической схемой и с противоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
9. Математическое описание стационарного процесса многокомпонентной массопередачи на произвольной тарелке ректификационной колонны. Матрицы коэффициентов массопередачи с перекрёстными эффектами и вектор движущих сил процесса разделения. Эффективность процесса ректификации по каждому компоненту и зависимость от различных режимных, конструкционных и физико-химических параметров разделяемой смеси.
10. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне.
11. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в насадочной колонне.
12. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне.

Раздел 3. Примеры вопросов к лабораторной работе № 5

1. Постановка задач оптимизации при проектировании и управлении химическими производствами. Необходимые условия решения задач оптимизации с ограничениями первого рода. Принципы решения многокритериальных задач оптимизации. Проблема глобального экстремума. Постановка задачи нелинейного программирования с ограничениями первого рода и второго рода.
2. Постановка задач нелинейного программирования. Ограничения 1-го и 2-го рода. Метод штрафных функций. Проблема многокритериальности целевой функции. Алгоритмы решения задачи с многоэкстремальными целевыми функциями. Алгоритмы решения задачи с овражными целевыми функциями, имеющими прямолинейный и криволинейный характер.
3. Определение оптимального времени пребывания в непрерывном реакторе с мешалкой.
4. Определение оптимального времени пребывания в периодическом реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.
5. Определение оптимальной температуры в реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.
6. Анализ экономических критериев оптимальности. Вывод соотношений связывающих себестоимость, прибыль и норму прибыли в общем случае.
7. Для реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость целевого продукта, исчисляемую с учетом затрат на сырье, амортизацию реактора и амортизационной стоимости дополнительного оборудования.
8. Для обратимой реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать стоимость потерь сырья и катализатора.
9. Для параллельной реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость одного из продуктов, исчисляемую с учетом затрат на сырье и амортизацию реактора.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой).

Билет на зачет с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Понятия модель и моделирование. Физическое и математическое моделирование.

2. Что надо понимать под компьютерной моделью реального процесса и компьютерным моделированием?
3. Этапы построения компьютерной модели ХТП.
4. Почему при построении алгоритмов решения задач рекомендуется использовать метод математической декомпозиции?
5. Анализ параметрической чувствительности и расчётные исследования. С какой целью проводятся и как строятся его статические и динамические характеристики?
6. С какой целью и как проводится анализ системы уравнений математического описания?
7. Как определяется число степеней свободы системы уравнений математического описания?
8. Как выбираются переменные (определяемые переменные) относительно которых будет решаться система уравнений математического описания?
9. Чем отличаются эмпирические модели от физико-химических моделей?
10. Чем отличается активный эксперимент от пассивного? Почему методология активного эксперимента может применяться для решения задач оптимизации технологических процессов?
11. Какими уравнениями описываются результаты активного эксперимента?
12. Какими уравнениями описываются результаты пассивного эксперимента?
13. Опишите методологию регрессионного анализа для построения эмпирических математических моделей химических процессов.
14. Как выбирается вид эмпирических моделей – линейных и нелинейных?
15. Дайте определение понятиям ковариации и коэффициента корреляции. Что они характеризуют? Как оценить коэффициент корреляции для простейшей линейной модели?
16. Применение методов наименьших квадратов для оценки параметров функций распределений случайных величин.
17. Как определяются коэффициенты регрессии для линейных по параметрам моделей?
18. Как определяются коэффициенты регрессии для нелинейных по параметрам моделей?
19. Опишите процедуру выбора критерия аппроксимации опытных данных и решение задачи определения коэффициентов регрессии для линейных по параметрам моделей методом наименьших квадратов для общего случая.
20. Дайте характеристику следующим матрицам, используемым при параметрической идентификации линейных и линеаризованных эмпирических моделей:
 - а. матрице, зависящей от независимых переменных (факторов) и вида аппроксимирующих функций;
 - б. информационной матрице;
 - с. корреляционной матрице
21. Как определить значимость коэффициентов регрессии с использованием t -критерия Стьюдента? Опишите процедуру отсеивания незначимых коэффициентов в пассивном эксперименте.
22. Перечислите основные допущения регрессионного анализа экспериментальных данных.
23. Этапы регрессионного анализа.
24. Как строится матрица дисперсий-ковариаций и рассчитываются её элементы в пассивном эксперименте?
25. Остаточная дисперсия, дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости. Что они характеризуют?
26. Как установить адекватность уравнения регрессии с помощью критерия Фишера?
27. Как установить адекватность уравнения регрессии при отсутствии параллельных опытов?
28. Основные отличия активного и пассивного эксперимента. Как проводится полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обрабатываются его результаты?

29. Как осуществляется ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП) экспериментов и проводится обработка его результатов?
30. Опишите процедуру экспериментально-статистического метода оптимизации Бокса-Вильсона.
31. Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?
32. Как описывается движение потока жидкости через клапан?
33. Математическая модель простой гидравлической системы (стационарный и динамический режимы). Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
34. Математическое описание гомогенной многостадийной многокомпонентной химической реакции. Закон действующих масс. Матрица стехиометрических коэффициентов. Выражения для скоростей реакций по всем компонентам. Определение ключевых компонентов сложной химической реакции с применением понятия ранга матрицы стехиометрических коэффициентов. Определение скорости выделения или поглощений тепла в сложной химической реакции.
35. Математическая модель стационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Изотермический, адиабатический и политропический режимы. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
36. Математическая модель нестационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета. Периодический, полупериодический, изотермический, адиабатический и политропический режимы.
37. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известным механизмом её протекания и с прямоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
38. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известной кинетической схемой и с противоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
39. Математическое описание стационарного процесса многокомпонентной массопередачи на произвольной тарелке ректификационной колонны. Матрицы коэффициентов массопередачи с перекрёстными эффектами и вектор движущих сил процесса разделения. Эффективность процесса ректификации по каждому компоненту и зависимость от различных режимных, конструкционных и физико-химических параметров разделяемой смеси.
40. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне.
41. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в насадочной колонне.
42. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне.
43. Постановка задач оптимизации при проектировании и управлении химическими производствами. Необходимые условия решения задач оптимизации с ограничениями первого рода. Принципы решения многокритериальных задач оптимизации. Проблема глобального экстремума. Постановка задачи нелинейного программирования с ограничениями первого рода и второго рода.
44. Постановка задач нелинейного программирования. Ограничения 1-го и 2-го рода. Метод штрафных функций. Проблема многокритериальности целевой функции. Алгоритмы решения задачи с многоэкстремальными целевыми функциями. Алгоритмы

решение задачи с овражными целевыми функциями, имеющими прямолинейный и криволинейный характер.

45. Определение оптимального времени пребывания в непрерывном реакторе с мешалкой.

46. Определение оптимального времени пребывания в периодическом реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.

47. Определение оптимальной температуры в реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.

49. Анализ экономических критериев оптимальности. Вывод соотношений связывающих себестоимость, прибыль и норму прибыли в общем случае.

50. Для реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость целевого продукта, исчисляемую с учетом затрат на сырье, амортизацию реактора и амортизационной стоимости дополнительного оборудования.

51. Для обратимой реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать стоимость потерь сырья и катализатора.

52. Для параллельной реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость одного из продуктов, исчисляемую с учетом затрат на сырье и амортизацию реактора.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.

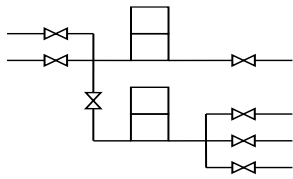
Зачет с оценкой по дисциплине «*Моделирование химико-технологических процессов*» проводится в 6 или 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» <u>И.о. зав. кафедрой ИКП</u> (Должность, наименование кафедры) <u>Панкрушина А.В.</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра информатики и компьютерного проектирования
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем Материаловедение для фотоники и электроники Электрохимия в материаловедении
	Моделирование химико-технологических процессов
Билет № 1 1. Принципы системного анализа химико-технологических процессов. Уровни иерархии химических производств. 2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C и D в уравнении Риделя, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции: $P = \exp\left(A + \frac{B}{T} + C \ln T + DT^6\right)$ Построить таблицу и матрицу планирования пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и	

реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

3. Привести графическое изображение алгоритма поверочного расчета стационарного режима гидравлической системы:



4. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе идеального вытеснения с рубашкой при условии, что она соответствует зоне идеального вытеснения (прямоток), информационную матрицу системы уравнений и блок-схему поверочного (оценочного) расчета. Кинетическая схема реакции: $2A \leftrightarrow B + C$

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. "Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов. – М: ИКЦ «Академкнига», 2008. – 416 с.
2. Моделирование гидравлических и теплообменных процессов с применением пакета MATLAB: учебное пособие/ Под редакцией Т.Н. Гартмана. – М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 150 с.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по курсовому проектированию. Под ред. Ю. И. Дытнерского. 3-е изд., перераб. и дополн. М. «Альянс», 2007 – 496 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://doaj.org/>
- <https://www.doabooks.org/>
- <https://arxiv.org/>
- <http://www.mdpi.com/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 190);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 180);
- Текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Моделирование химико-технологических процессов»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам курса. Демонстрационные материалы по курсу.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;

- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual	Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017	10	бессрочная
4	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Построение эмпирических моделей	<i>Знает:</i> - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных; <i>Умеет:</i> - применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; - использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ. <i>Владеет:</i> - методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов - методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №1,2 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Построение физико-химических моделей	<i>Знает:</i> - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных; <i>Умеет:</i> - применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета,	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №3,4 Оценка за зачет с оценкой

	моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; - использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ. <i>Владеет:</i> - методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;	
Раздел 3. Основы оптимизации химико-технологических процессов	<i>Знает:</i> - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; <i>Умеет:</i> - применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; - использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ. <i>Владеет:</i> - методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №5 Оценка за зачет с оценкой

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Моделирование химико-технологических процессов»
направления подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО ТРАНСПОРТА
ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н. профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии
Н.М. Мурашовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14 » мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Дисциплина **«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»** относится к вариативной части дисциплин (дисциплины по выбору) учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют подготовку по дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов» и «Введение в специальность».

Цель дисциплины: ознакомить студентов с перспективными направлениями применения наноматериалов в фармацевтике и проблемами создания новых лекарственных средств, дать понятие об основах общей фармакологии, показать основные направления и подходы к разработке наночастиц и наноматериалов для фармацевтики, дать примеры конкретных разработок наноматериалов для направленного транспорта веществ и лекарственных средств, содержащих такие наноматериалы.

Задачи дисциплины:

формирование у обучающихся знаний в области разработки новых лекарственных средств и основ общей фармакологии, глубоких и систематических знаний по основным направлениям и подходам к разработке наночастиц и наноматериалов для фармацевтики и наиболее важным примерам наноматериалов для направленного транспорта веществ и лекарственных средств, содержащих такие наноматериалы;

выработка на этой основе у обучающихся системного подхода к оценке перспектив применения различных наноматериалов в фармацевтике и способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области создания, исследования и применения наносистем и наноматериалов для фармацевтики;

формирование способности выбора наноматериалов и наносистем для решения поставленных задач в области разработки новых лекарственных средств, предназначенных для различных путей введения.

Дисциплина **«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»** преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»** при подготовке бакалавров по направлению подготовки **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт

помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;			40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой

– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	нанопленки и наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;	составления и анализа научно-технической документации	области наноструктурированных материалов и применять полученную информацию для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов	продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- перспективные направления применения наноматериалов в медицине;
- основы общей фармакологии и актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов для фармацевтики;

- примеры наноматериалов для направленного транспорта веществ,

Уметь:

- анализировать научную информацию по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов для фармацевтики;

- применять теоретические знания об основных подходах к разработке наноматериалов для медицинского применения для решения исследовательских и прикладных задач;

Владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области создания, исследования и применения наносистем и наноматериалов для фармацевтики;

- способностью оценивать перспективы применения наночастиц и наноматериалов для создания лекарственных препаратов, предназначенных для различных путей введения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Самостоятельная работа (СР):	1,67	60
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		17,8
Подготовка докладов на семинарах		9
Подготовка реферата		18
Подготовка к зачету	0,42	15
Вид контроля: зачет	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	36
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Самостоятельная работа (СР):	1,67	45
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		13,35
Подготовка докладов на семинарах	0,25	6,7
Подготовка реферата	0,5	13,5
Подготовка к зачету	0,42	11,3
Вид контроля: зачет	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Общие подходы к разработке и применению наноматериалов в медицине	33	14	7	12
1.1	Перспективные направления применения наноматериалов в медицине	10	4	2	4
1.2	Создание новых лекарственных средств на основе наночастиц и наноматериалов.	5	2	1	2
1.3	Лекарственное вещество и организм	13	6	3	4
1.4	Вопросы токсичности наночастиц и наноматериалов	5	2	1	2
2	Раздел 2. Виды наноматериалов и наносистем для фармацевтики	40	18	7	15
2.1	Неорганические наночастицы	10	4	2	4
2.2	Липосомы и другие ассоциаты поверхностно-активных веществ	11	5	2	4
2.3	Полимерные наночастицы и наноматериалы	11	5	2	4
2.4	Другие наночастицы и наноматериалы	8	4	1	3
	Подготовка и защита рефератов	20	-	2	18
	Подготовка к зачету	15	-	-	15
	Форма контроля - зачет				
	Всего часов	108	32	16	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие подходы к разработке и применению наноматериалов в медицине

1.1. Перспективные направления применения наноматериалов в медицине. Медицина, наномедицина, нанобиотехнология. Рост научных исследований в области наноматериалов для медицины. Оценки роста рынка наномедицины. Перспективные направления наномедицины: имплантируемые устройства; имплантируемые материалы; материалы и устройства для хирургии; диагностика и визуализация; фармацевтика. Примеры зарубежных и российских разработок в этих направлениях. Проблемы наномедицины.

1.2. Создание новых лекарственных средств на основе наночастиц и наноматериалов. Понятие лекарственного средства. Основные и вспомогательные компоненты лекарственных средств. Этапы создания новых лекарственных средств. Международные стандарты GLP, GMP, GCP. Лекарственные формы, их классификация. Характеристики безопасности лекарственных средств.

1.3. Лекарственное вещество и организм. Проникновение веществ через биологические мембраны. Понятие гистогематических барьеров. Пути введения лекарственных веществ – их классификация, достоинства, ограничения и недостатки. Распределение лекарственных веществ в организме. Депонирование. Биотрансформация лекарственных веществ. Выведение лекарственных веществ. Побочное и токсическое

действие лекарственных веществ. Направленный транспорт лекарственных веществ как возможность снизить побочное действие. Принцип «не навреди».

1.4. Вопросы токсичности наночастиц и наноматериалов. Проблемы токсичности вещества в наноразмерном состоянии. Нанотоксикология. Особенности биологического действия наночастиц. Примеры данных о токсичности наночастиц металлов, оксидов металлов и неметаллов, углеродных нанотрубок и фуллеренов, сравнение с токсичностью веществ в растворе и в виде микрочастиц.

Раздел 2. Виды наноматериалов и наносистем для фармацевтики

2.1. Неорганические наночастицы. Использование наночастиц металлов в качестве бактерицидных агентов. Магнитные наночастицы. Магнитно-жидкостная гипотермия опухолей. Наночастицы золота и фотодинамическая терапия. Производные фуллеренов. Пористые неорганические наночастицы как носители лекарственных веществ. Перспективы неорганических наночастиц как носителей для направленного транспорта лекарственных веществ.

2.2. Липосомы и другие ассоциаты поверхностно-активных веществ. Достоинства и недостатки липосомных форм препаратов. Особенности липосомных форм. Основные компоненты, используемые для получения липосомных препаратов. Примеры липосомных препаратов для различных путей введения и лечения различных заболеваний. Применение других ассоциатов поверхностно-активных веществ как носителей лекарственных веществ - мицеллярные лецитиновые гели, микроэмульсии, жидкие кристаллы.

2.3. Полимерные наночастицы и наноматериалы. Полимеры, разрешенные для медицинского применения. Нанокapsулы, наночастицы с полимерным покрытием, полимерные мицеллы. Дендримеры. Конъюгаты лекарственных веществ с полимерной молекулой. Микрокапсулы с полимерной оболочкой. Примеры разработок лекарственных препаратов, содержащих наноструктуры полимеров.

2.4. Другие наночастицы и наноматериалы. Наноэмульсии. Твердые липидные наночастицы: строение, свойства, примеры использования. Кубосомы и гексосомы. Циклодекстрины и другие супрамолекулярные системы. Наноконтейнеры из ДНК. Ближайшие и отдаленные перспективы применения наночастиц и наноматериалов в медицине.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
Знать:		
перспективные направления применения наноматериалов в медицине;	+	-
основы общей фармакологии и актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов для фармацевтики;	+	+
примеры наноматериалов для направленного транспорта веществ	-	+
Уметь:		
анализировать научную информацию по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов для фармацевтики	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
применять теоретические знания об основных подходах к разработке наноматериалов для медицинского применения для решения исследовательских и прикладных задач	+	+
Владеть:		
способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области создания, исследования и применения наносистем и наноматериалов для фармацевтики	-	+
способностью оценивать перспективы применения наночастиц и наноматериалов для создания лекарственных препаратов, предназначенных для различных путей введения	+	+
Код и наименование ПК		
ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	+	+
ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме в объеме 16 акад. часов (0,44 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Перспективные направления применения наноматериалов в медицине. Наноматериалы для протезирования и имплантации. Микро- и наноустройства для медицины.	2
2	1.2.	Создание новых лекарственных средств. Этапы создания новых лекарственных средств. Примеры новых лекарственных средств, в том числе с применением наночастиц и наноматериалов.	1
3	1.3.	Лекарственное вещество и организм. Пути введения лекарственных веществ. Носители для разных путей введения, требования к их свойствам. Побочное и токсическое действие лекарственных веществ. Наноматериалы для детоксикации организма (гемодиализа, гемосорбции, энтеросорбции и т.д.).	3
4	1.4.	Вопросы токсичности наночастиц и наноматериалов. Примеры токсического действия	1

		наночастиц. Средства защиты при работе с наночастицами и наноматериалами.	
5	2.1.	Неорганические наночастицы для фармацевтики. Примеры и перспективы неорганических наночастиц как носителей для направленного транспорта лекарственных веществ.	2
6	2.2.	Липосомы и другие ассоциаты поверхностно-активных веществ. История открытия и исследования липосом. Примеры липосомальных препаратов.	2
7	2.3.	Полимерные наночастицы и наноматериалы в медицине. Полимерные мицеллы. Сорбция лекарственных веществ на полимерных частицах. Конъюгаты лекарственных веществ с молекулами полимеров. Дендримеры. Микрокапсулы с полимерной оболочкой.	2
8	2.4.	Наноземульсии. Твердые липидные наночастицы: Кубосомы и гексосомы. Циклодекстрины и другие супрамолекулярные системы. Перспективы применения наночастиц и наноматериалов в медицине.	1
9		Защита рефератов	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»* не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины *«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»* предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 60 акад. часов (1,67 зач. ед.), в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины 18 акад. часов, подготовка докладов на семинарах в объеме 9 акад. часов, подготовка реферата 18 часов и подготовка к зачету 15 акад. часов.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку докладов к практическим занятиям по предложенным темам (список тем приведен в разделе 8);
- подготовку к контрольным работам;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- подготовку реферата по анализу научной информации (статей и патентов) по разработке и применению наноматериалов для направленного транспорта лекарственных веществ;
- подготовку к сдаче зачета.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

На практических занятиях предусмотрено 4 обязательных доклада. Максимальная оценка за один доклад составляет 5 баллов, всего за доклады предусмотрено 20 баллов.

Изучение дисциплины заканчивается подготовкой и защитой рефератов.

Подготовка и защита реферата

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (научной статьи или патента) по разработке и применению наноматериалов для фармацевтики. Анализируется актуальность работы, описанной в статье или патенте, перспективность направления, достоинства, недостатки, практическая значимость и возможность внедрения. Максимальная оценка за реферат – 20 баллов. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

Примерные темы докладов

Раздел 1. Общие подходы к разработке и применению наноматериалов в медицине

1. Наноматериалы для имплантации
2. Протезирование слуха - история и современные разработки
3. Новые разработки в протезировании конечностей
4. Достижения в микрохирургии глаза
5. Нитинол и его применение в медицине
6. Микро- и наноустройства для медицины
7. Наноматериалы для анализа in vitro
8. Наноматериалы для гемодиализа
9. Наноструктурированные сорбенты для детоксикации организма
10. Генная терапия – имеющиеся достижения и перспективы
11. Проекты по созданию наноструктурированных носителей для медицины, поддержанные РОСНАНО
12. Примеры лекарственных препаратов в жидкой лекарственной форме (разные группы, 4-5 шт.)
13. Примеры лекарственных препаратов в лекарственной форме с упруго-вязкопластичной средой (разные группы, 4-5 шт.)
14. Гемато-энцефалический барьер: строение, белки-транспортёры (облегченная диффузия и активный транспорт), проникновение глюкозы и др. веществ, проникновение бактерий и вирусов.
15. Депонирование ЛВ – примеры (Sr, I, пестициды и др. вещества, связывание ЛВ с белками плазмы)
16. Биотрансформация ЛВ в печени – подробно
17. Работа почек и почечная экскреция веществ

18. Примеры препаратов для энтерального пути введения (разные пути)
19. Примеры трансдермальных терапевтических систем и трансдермальных пластырей
20. Аллергические реакции на ЛВ
21. Лекарственная зависимость
22. Побочное и токсическое действие лекарственных веществ - примеры.
23. Скандалы в фармацевтике, связанные с отдаленными последствиями применения лекарственных веществ
24. Действие наночастиц на репродуктивные функции животных
25. Действие наночастиц на гидробионтов
26. Анализ МР 1.2.2566-09. Оценка безопасности наноматериалов *in vitro* и в модельных системах *in vivo*. Методические рекомендации. Утверждены 10 декабря 2009 г.
27. Производство и перспективы применения углеродных нанотрубок, возможные пути их поступления в организм людей и в биосферу.
28. Токсическое действие наночастиц металлов. Окислительный стресс.

Раздел 2. Виды наноматериалов и наносистем для фармацевтики

1. Наночастицы серебра в медицине.
2. Наночастицы металлов в медицине и косметике – примеры и перспективы
3. Оксидные наночастицы для адресной доставки лекарственных веществ
4. Неорганические наночастицы для диагностики
5. Методы синтеза магнитных наночастиц для медицинского применения
6. Перспективы применения углеродных наночастиц в медицине.
7. История открытия и исследований липосом
8. Различные методы получения липосом, в т.ч. нагруженных ЛВ
9. Липосомы в косметике
10. Производство липосом в России
11. Липосомальные вакцины
12. Микроэмульсии и лецитина для медицинского применения (у кого НИР по этим темам)
13. Жидкие кристаллы лецитина для медицинского применения (у кого НИР по этим темам)
14. Использование полимеров для создания искусственных тканей и органов в трансплантологии, для восстановления связок и сухожилий, в качестве шовных нитей в хирургии
15. Использование полимеров для создания саморассасывающихся повязок и покрытий для ран
16. Методы синтеза поли-(бензил-L-аспартата), поли-(D,L-молочной кислоты), сополимера молочной и гликолевой кислоты (полилактидгликозида)
17. Водорастворимые полимеры – поливинилпирролидон, полиэтиленгликоль – свойства, методы синтеза, применение в медицине
18. Промышленно производимые лекарственные препараты на основе полимерных носителей
19. Конъюгаты лекарственных веществ с молекулами полимеров
20. Дендримеры
21. Микрокапсулы в медицине и косметике – примеры
22. Методы получения микро- и нанокапсул
23. Наноэмульсии (у кого НИР по этой теме)
24. Твердые липидные наночастицы (у кого НИР по этой теме)
25. Кубосомы и гексосомы как носители лекарственных веществ
26. Супрамолекулярные системы в медицине
27. ДНК-оригами и наноконтейнеры из ДНК

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу) и итоговая контрольная работа по всему материалу изучаемой дисциплины. Контрольные работы пишутся в форме тестового задания. Тестовые задания состоят из вопросов с несколькими вариантами ответов.

Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 20 баллов за каждую. Всего за две контрольные работы – 40 баллов. Максимальная оценка за итоговую контрольную работу составляет 20 баллов

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 25 вопросов, по 0,8 балла за вопрос.

Вопрос 1. Выберите правильные ответы. К перспективным направлениям наномедицины относятся:

1 – системы адресной доставки лекарств, 2 – имплантируемые устройства и материалы, 3 – высокотемпературные сверхпроводники, 4 – наночипы для диагностики; 5 – водородные источники энергии; 6 - наногайки

Вопрос 2. Стандарт GMP расшифровывается как

1 – Качественная лабораторная практика, 2 – Качественная производственная практика, 3 – Качественная клиническая практика, 4 – Качественная лечебная практика

Вопрос 3. Терапевтическая широта – интервал доз от минимальной терапевтической до

1 – средней эффективной, 2 – средней смертельной, 3 – минимальной смертельной, 4 – максимальной опасной

Вопрос 4. Гистогематические барьеры не препятствуют проникновению

1 – гидрофильных веществ, 2 – гидрофобных веществ, 3 – эритроцитов, 4 – альбумина

Вопрос 5. Биотрансформация (метаболизм) липофильных лекарственных веществ происходит в основном

1 – в желудке, 2 – в печени, 3 – в почках, 4 – в кишечнике

Вопрос 6. Выберите правильные ответы. При создании лекарственных средств должны быть полностью исключены

1 – мутагенное действие, 2 – аллергическое действие, 3 – канцерогенное действие, 4 – эмбриотоксическое действие, 5 – развитие лекарственной зависимости, 6 – снотворное действие.

Вопрос 7. Недостатком внутривенного введения не является

1 – болезненность, 2 – опасность внесения инфекции и пирогенных веществ, 3 – опасность закупорки сосудов (эмболии), 4 – медленное всасывание.

Вопрос 8. Выберите правильные ответы. Особенности действия веществ в наноразмерном состоянии являются

1 – способность к аккумуляции в организме, 2 – способность связываться с белками и нуклеиновыми кислотами, 3 – способность изменять ритм сердечных сокращений, 4 – способность вызывать рвоту.

Вопрос 9. Нанотоксикология - это

1 – изучение механизмов действия наночастиц на живые организмы, 2 – токсическое действие наночастиц на человека, 3 – изучение токсичности наноматериалов, 4 – применение наночастиц для детоксикации.

Вопрос 10. «Окислительный стресс» при действии наночастиц - это

1 – накопление наночастиц в печени и селезенке, 2 – адсорбция токсических веществ на поверхности наночастиц, 3 – проникновение наночастиц в ядро клетки, 4 – повышение продукции свободных радикалов за счет каталитического действия наночастиц.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 25 вопросов, по 0,8 балла за вопрос.

Вопрос 1. Достоинства мезопористого SiO_2 как носителя ЛВ

1 – хорошо отработанные технологии получения, 2 – включение как гидрофильных, так и гидрофобных ЛВ, 3 – выводятся из организма, 4 – все перечисленные выше.

Вопрос 2. Производные фуллеренов могут применяться в медицине

1 – как носители лекарственных веществ, 2 – как действующие вещества, 3 – как действующие вещества и как носители лекарственных веществ, 4 – как бактерицидные добавки

Вопрос 3. Липосомные препараты применяются

1 – только в косметике, 2 – только в медицине, 3 – в медицине и косметике, 4 – правильного ответа нет.

Вопрос 4. «Пассивное нацеливание» липосом – это эффект проникновения липосом через увеличенные поры в капиллярах

1 – в печени и селезенке, 2 – в мозге, 3 – в мышцах, 4 – в раковых опухолях.

Вопрос 5. Достоинства полимерных мицелл как носителей лекарственных веществ:

1 – малый размер (менее 100 нм), 2 – более стабильны, чем липосомы, 3 – не захватываются органами РЭС, 4 – все перечисленные ответы.

Вопрос 6. Для создания полимерных мицелл – носителей лекарственных средств не используется

1 –поли-(бензил-L-аспартат), 2 – полиэтиленгликоль, 3 – полихлорвинил, 4 – поли-(D,L-молочная кислота).

Вопрос 7. Наноземульсии являются

1 – термодинамически стабильными системами (лиофильными коллоидами), 2 – термодинамически нестабильными системами (лиофобными коллоидами), 3 – это зависит от способа получения, 4 – все ответы верные.

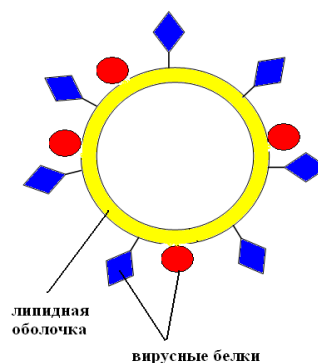
Вопрос 8. Микрокапсулирование — это процесс заключения мелких частиц вещества

1 – в полимерные мицеллы, 2 – в оболочку их желатина и гуммиарабика, 3 – в тонкую оболочку из пленкообразующего материала, 4 – в фосфолипидную оболочку.

Вопрос 9. Выберите правильные ответы. Микроэмульсии можно вводить
1 – перорально, 2 – трансдермально, 3 – на кожу (наружно), 4 – прямо в мозг.

Вопрос 10. На рисунке приведена схема строения

- 1 – стелс-липосомы,
- 2 – липосомальной вакцины (виросомы),
- 3 – липосомы с векторным компонентом,
- 4 – микроэмульсии



Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 20 вопросов, по 1,0 балла за вопрос.

Вопрос 1. Выберите правильные ответы. К перспективным направлениям наномедицины относятся:

- 1 – системы адресной доставки лекарств, 2 – имплантируемые устройства и материалы, 3 – высокотемпературные сверхпроводники, 4 – наночипы для диагностики; 5 – водородные источники энергии; 6 - наногайки

Вопрос 2. Стандарт GMP расшифровывается как

- 1 – Качественная лабораторная практика, 2 – Качественная производственная практика, 3 – Качественная клиническая практика, 4 – Качественная лечебная практика

Вопрос 3. Терапевтическая широта – интервал доз от минимальной терапевтической до

- 1 – средней эффективной, 2 – средней смертельной, 3 – минимальной смертельной, 4 – максимальной опасной

Вопрос 4. Гистогематические барьеры не препятствуют проникновению

- 1 – гидрофильных веществ, 2 – гидрофобных веществ, 3 – эритроцитов, 4 – альбумина

Вопрос 5. Биотрансформация (метаболизм) липофильных лекарственных веществ происходит в основном

- 1 – в желудке, 2 – в печени, 3 – в почках, 4 – в кишечнике

Вопрос 6. Выберите правильные ответы. При создании лекарственных средств должны быть полностью исключены

- 1 – мутагенное действие, 2 – аллергическое действие, 3 – канцерогенное действие, 4 – эмбриотоксическое действие, 5 – развитие лекарственной зависимости, 6 – снотворное действие.

Вопрос 7. Недостатком внутривенного введения не является

- 1 – болезненность, 2 – опасность внесения инфекции и пирогенных веществ, 3 – опасность закупорки сосудов (эмболии), 4 – медленное всасывание.

Вопрос 8. Выберите правильные ответы. Особенности действия веществ в наноразмерном состоянии являются

- 1 – способность к аккумуляции в организме, 2 – способность связываться с белками и нуклеиновыми кислотами, 3 – способность изменять ритм сердечных сокращений, 4 – способность вызывать рвоту.

Вопрос 9. Нанотоксикология – это

1 – изучение механизмов действия наночастиц на живые организмы, 2 – токсическое действие наночастиц на человека, 3 – изучение токсичности наноматериалов, 4 – применение наночастиц для детоксикации.

Вопрос 10. «Окислительный стресс» при действии наночастиц - это

1 – накопление наночастиц в печени и селезенке, 2 – адсорбция токсических веществ на поверхности наночастиц, 3 – проникновение наночастиц в ядро клетки, 4 – повышение продукции свободных радикалов за счет каталитического действия наночастиц.

Вопрос 11. Достоинства мезопористого SiO_2 как носителя ЛВ

1 – хорошо отработанные технологии получения, 2 – включение как гидрофильных, так и гидрофобных ЛВ, 3 – выводятся из организма, 4 – все перечисленные выше.

Вопрос 12. Производные фуллеренов могут применяться в медицине

1 – как носители лекарственных веществ, 2 – как действующие вещества, 3 – как действующие вещества и как носители лекарственных веществ, 4 – как бактерицидные добавки

Вопрос 13. Липосомные препараты применяются

1 – только в косметике, 2 – только в медицине, 3 – в медицине и косметике, 4 – правильного ответа нет.

Вопрос 14. «Пассивное нацеливание» липосом – это эффект проникновения липосом через увеличенные поры в капиллярах

1 – в печени и селезенке, 2 – в мозге, 3 – в мышцах, 4 – в раковых опухолях.

Вопрос 15. Достоинства полимерных мицелл как носителей лекарственных веществ:

1 – малый размер (менее 100 нм), 2 – более стабильны, чем липосомы, 3 – не захватываются органами РЭС, 4 – все перечисленные ответы.

Вопрос 16. Для создания полимерных мицелл – носителей лекарственных средств не используется

1 –поли-(бензил-L-аспартат), 2 – полиэтиленгликоль, 3 – полихлорвинил, 4 – поли-(D,L-молочная кислота).

Вопрос 17. Наноэмульсии являются

1 – термодинамически стабильными системами (лиофильными коллоидами), 2 – термодинамически нестабильными системами (лиофобными коллоидами), 3 – это зависит от способа получения, 4 – все ответы верные.

Вопрос 18. Микрокапсулирование — это процесс заключения мелких частиц вещества

1 – в полимерные мицеллы, 2 – в оболочку их желатина и гуммиарабика, 3 – в тонкую оболочку из пленкообразующего материала, 4 – в фосфолипидную оболочку.

Вопрос 19. Выберите правильные ответы. Микроэмульсии можно вводить

1 – перорально, 2 – трансдермально, 3 – на кожу (наружно), 4 – прямо в мозг.

Вопрос 20. Колларгол – бактерицидное средство с наночастицами серебра (коллоидным серебром) для промывания гнойных ран. Наночастицы в этом случае являются

1 – вспомогательным веществом, 2 – действующим веществом, 3 – нановеществом, 4 – рекламным ходом.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Е.В. Коноплева Клиническая фармакология. В 2-х томах. М.: Юрайт, 2022 г. 688 с.

2. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.

Б. Дополнительная литература

1. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.
2. Шимановский Н.Л., Епинетов М.А., Мельников М.Я.. Молекулярная и нанофармакология. - М. : Физматлит, 2010. - 623 с. .

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Нанотехнологии и охрана здоровья», ISSN 2076-4804
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine (<https://www.journals.elsevier.com/nanomedicine-nanotechnology-biology-and-medicine>)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека www.sciencedirect.com.
2. База данных Роспатента www.fips.ru
3. Патентная база данных <http://ep.espacenet.com>
4. База данных научных статей <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации к лекционным занятиям, общее число слайдов – более 350;
- раздаточный материал по лекциям
- набор тем докладов на семинарах, общее число тем – более 60
- банк тестовых заданий для контрольных работ
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – не менее 80).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «**Материаловедение и технологии материалов**»);

- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

- Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

- Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в магистратуре направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина *«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»* включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Практическое освоение учебного материала на семинарах проводится в форме подготовки докладов по выбранным из списка темам. Рекомендуется готовить доклады в форме компьютерных презентаций. Продолжительность доклада – 5-10 мин.

Совокупная оценка работы студента бакалавриата в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), за доклады на семинарах (максимальная оценка 20 баллов), за защиту реферата (максимальная оценка 20 баллов) и за итоговую контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контрольные работы проводятся в виде тестовых заданий.

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (статьи или патента) по разработке и применению наноматериалов для фармацевтики. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина *«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»* изучается в 6 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»*, является формирование у студентов компетенций в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем, в том числе в области исследования, разработки и производства наноматериалов и наносистем для фармацевтики, главным образом направленного транспорта лекарственных веществ. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Для более полной и глубокой проработки материала дисциплины, в том числе на конкретных примерах, предусмотрено проведение практических занятий в форме

докладов обучающихся по выбранным из списка темам. Подготовка докладов направлена на повышение интереса к изучаемой дисциплине, она стимулирует обучающихся к самостоятельной творческой работе по изучаемой тематике. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г составляет 1 708 372 экз. изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым

дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам курса; распечатки слайдов презентаций, примеры рефератов.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки, размещенные на сайте кафедры наноматериалов и нанотехнологии (<http://nano.muctr.ru> дата обращения 15.05.2019).

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10	Контракт № 28-	бессрочно	Лицензия на операционную	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Russian OLV NL Each Academic Edition	35ЭА/2020 от 26.05.2020		систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint	Контракт № 90-133ЭА/2021 от	12 месяцев (ежегодное	Лицензия на ПО, не принимающее прямого	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	07.09.2021	продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие подходы к разработке и применению наноматериалов в медицине	<i>Знает:</i> - перспективные направления применения наноматериалов в медицине; - основы общей фармакологии и актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов для фармацевтики; <i>Умеет:</i> - анализировать научную информацию по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов для фармацевтики; - применять теоретические знания об основных подходах к разработке наноматериалов для медицинского применения для решения исследовательских и прикладных задач <i>Владеет:</i> - способностью оценивать перспективы применения наночастиц и наноматериалов для создания лекарственных препаратов, предназначенных для различных путей введения;	Оценка за доклады. Оценка за первую контрольную работу Оценка на зачете.
Раздел 2. Виды наноматериалов и наносистем для фармацевтики	<i>Знает:</i> - перспективные направления применения наноматериалов в медицине; - основы общей фармакологии и актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов для фармацевтики; - примеры наноматериалов для направленного транспорта веществ;	Оценка за доклады. Оценка за вторую контрольную работу Оценка на зачете.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<i>Умеет:</i> - анализировать научную информацию по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов для фармацевтики; - применять теоретические знания об основных подходах к разработке наноматериалов для медицинского применения для решения исследовательских и прикладных задач; <i>Владеет:</i> - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области создания, исследования и применения наносистем и наноматериалов для фармацевтики; - способностью оценивать перспективы применения наночастиц и наноматериалов для создания лекарственных препаратов, предназначенных для различных путей введения.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки «Материаловедение и технологии наноматериалов
и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н. доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии
Е.В. Белозеровой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14» мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки – **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Программа относится к вариативной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической и коллоидной химии, процессов и аппаратов химической технологии.

Цель дисциплины: обучение студентов физико-химическим закономерностям формирования наноструктурированных материалов, ознакомление студентов с основными классами наночастиц и наноматериалов, их физико-химическими свойствами, а также со сложившимися и перспективными областями применения наноматериалов.

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся системных глубоких знаний, обучение студентов физико-химическим закономерностям формирования наноструктурированных материалов, ознакомление студентов с основными классами наночастиц и наноматериалов, их физико-химическими свойствами, а также со сложившимися и перспективными областями применения наноматериалов.

Дисциплина **«Наноструктурированные материалы»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Наноструктурированные материалы»** при подготовке бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки - Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов. ПК-4.2 Умеет выбирать методы исследования основных типов наноматериалов, анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов. ПК-4.3. Владеет основными методами анализа и контроля качества сырья,	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;		полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – б) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа. ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в области наноструктурированных материалов и применять	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных

при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;	документации	полученную информацию для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов. ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в области наноматериалов и наносистем.	композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен
знать:

- основные типы наноматериалов и наноструктур, их основные физические и химические свойства и основные способы их получения;
- основные перспективные области применения различных видов наноматериалов;

уметь:

- выбирать необходимые виды наноматериалов и наноструктур
- ориентироваться в перспективах возможного применения новых наноматериалов и наносистем;
- ориентироваться в литературе, посвященной различным наноматериалам и наноструктурам;

владеть:

- методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6,0	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,11	112	84
в том числе в форме практической подготовки	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	1,78	64	48
Самостоятельная работа	1,88	68	51
Контактная самостоятельная работа	1,88	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		68	51
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов

п/п		Всего	Лек-ции	Лаб. рабо-ты	Прак. зан.	Сам. рабо-та
1.	Фундаментальные понятия о наноматериалах и нанотехнологии.	28	6	0	4	18
1.1	Введение. Основные понятия о свойствах наноматериалах и нанотехнологии.	9	2	-	1	6
1.2	Общие свойства и типы нанообъектов.	9	2	-	1	6
1.3	Основные типы наноструктур в электронике.	10	2	-	2	6
2.	Основные виды наноструктур	130	20	64	10	36
2.1	Порошки и объемные наноструктурные материалы.	30	4	16	2	8
2.2	Углеродные наноматериалы	30	4	16	2	8
2.3	Кластеры.	5	2	-	1	2
2.4	Наноструктуры в жидкостях	29	4	16	1	8
2.5	Наноструктурные пленки, покрытия и поверхностные слои.	28	2	16	2	8
2.6	Пористые тела. Мембраны	8	4	-	2	2
3.	Супрамолекулярные ансамбли и наномашинны	22	6	0	2	14
3.1	Супрамолекулярные ансамбли	8	2	-	1	5
3.2	Ассемблеры и молекулярные машины.	8	2	-	1	5
3.3	Нанообъекты в окружающей среде. Заключение	6	2	-	-	4
	ИТОГО	180	32	64	16	68
	Вид контроля: экзамен	36	-	-	-	36
	ИТОГО	216				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Фундаментальные понятия о наноматериалах и нанотехнологии.

Введение. Основные понятия о наноматериалах и нанотехнологии. Что такое «нано». Определение нанообъекта. Определение нанотехнологии. Основные причины особых свойств нанообъектов. Размерный эффект. Наноматериалы. Развитие науки о наноструктурах и наноматериалах. Особые свойства наноматериалов. Нанотехнология. Задачи и возможности нанотехнологии на современном этапе. Общие свойства и типы нанообъектов. Классификация нанообъектов. Нанообъекты в твердом веществе, в жидкостях и газах. Особые физические и химические свойства нанообъектов и наноструктурированных систем. Основные закономерности изменения свойств наноматериалов. Границы раздела фаз. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов. Зависимость свойств от размера частиц. Электронные свойства наночастиц. Особенности термодинамики нанообъектов. Квазиравновесие в наносистемах. Устойчивость нанообъектов. Кинетика процессов в наносистемах. Физические, химические свойства нанообъектов: наночастиц, нанотрубок и нанопроволок, аморфных неорганических наноструктур. Фракталы в описании свойств наноматериалов. Основные типы наноструктур в электронике. Полупроводниковые наноструктуры: квантовые ямы, нити и точки. Искусственный атом, квантовые точки. Получение квантовых точек. Литография. Квантовый лазер.

Раздел 2. Основные виды наноструктур

Порошки и объемные наноструктурные материалы. Ультрадисперсные материалы. Классификация порошков. Методы получения нанопорошков. Консолидированные наноматериалы. Поведение наночастиц при спекании. Методы получения объемных наноструктурных материалов. Интенсивная пластическая деформация. Свойства наноструктур, полученных различными методами.

Углеродные наноматериалы. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нановолокна. Фуллерены и их свойства. Открытие нанотрубок. Нанотрубки и нановолокна. Основные пути получения нанотрубок и нановолокон. Физические и химические свойства нанообъектов: наночастиц, фуллеренов, нанотрубок, нановолокон. Области их применения.

Кластеры. Определение. Виды кластеров. Многоядерные комплексные соединения. Молекулярные кластеры. Кластерные материалы. Особые свойства кластеров. Неуглеродные тубулярные наноструктуры. Кластеры – как элементы наноразмерных объектов.

Наноструктуры в жидкостях. Мицеллы, микроэмульсии, нанодисперсии. Наноструктурированные гели. Кластеры в растворах. Коллоидные частицы металлов. Магнитные жидкости. Наноструктурированные стекла. Физические и химические свойства тонких пленок и поверхностных слоев, мицеллярных систем и микроэмульсий, жидких кристаллов, аэрозолей, золей, гелей.

Наноструктурные пленки, покрытия и поверхностные слои. Наноструктурированные покрытия. Композитные покрытия. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Метод молекулярного наслаивания.

Пористые тела Физические и химические свойства нанообъектов - нанопористых тел, молекулярных сит. Номенклатура размеров пор.

Мембраны. Мембранные процессы. Классификация мембран. Молекулярные сита. Трековые мембраны. Использование трековых мембран, как матрицы для синтеза наноструктур.

Раздел 3. Супрамолекулярные ансамбли и наномашинны

Супрамолекулярные ансамбли. Молекулярное распознавание, информация, комплементарность. Процессы переноса с носителями. Молекулярные и супрамолекулярные устройства. Самосборка и самоорганизация запрограммированных супрамолекулярных систем.

Ассемблеры и молекулярные машины. Наномеханические и наноэлектронные устройства. Ассемблеры и молекулярные машины.

Нанообъекты в окружающей среде. Природные нанообъекты. «Черные курильщики». Шунгит. Роль наночастиц в трансграничном переносе химических элементов в окружающей среде.

Заключение. Сложившиеся и перспективные области применения наноматериалов в различных отраслях промышленности. Перспективы и проблемы использования наноматериалов и нанотехнологии в различных областях.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Разделы		
	1	2	3
Знать:			
Основные типы наноматериалов и наноструктур, их основные физические и химические свойства и основные способы их получения;	+	+	-
Основные перспективные области применения различных видов наноматериалов;	-	+	+
Уметь:			
Выбирать необходимые виды наноматериалов и наноструктур	-	+	-
Видеть перспективы возможного применения новых наноматериалов и наносистем;	+	+	+
Ориентироваться в литературе, посвященной различным наноматериалам и наноструктурам;	+	+	+
Владеть:			
Методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций..	+	+	+
Код и наименование ПК			
ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	-	+	+
ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 16 часов (0,44 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	- Основные этапы развития науки о наноматериалах и нанотехнологии; - Тенденции и современные достижения создания наноматериалов в нанoeлектронике;	2 2

2	Раздел 2	• Нанопорошки. Интенсивная пластическая деформация. Свойства наноструктур, полученных различными методами.	2
		• Физические и химические свойства углеродных наночастиц, фуллеренов, нанотрубок, нановолокон;	2
		• Кластерные материалы. Особые свойства кластеров. Неуглеродные тубулярные наноструктуры. Кластеры – как элементы наноразмерных объектов;	1
		• Физические и химические свойства тонких пленок и поверхностных слоев, мицеллярных систем и микроэмульсий, жидких кристаллов, аэрозолей, золь, гелей;	3
		• Мембранные процессы. Классификация мембран. Молекулярные сита. Трековые мембраны. Использование трековых мембран, как матрицы для синтеза наноструктур.	2
3	Раздел 3	• Синтез наномашин и изучение природы активных компонентов наномашин, как функциональных материалов.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Наноструктурированные материалы»* выполняется в соответствии с Учебным планом в 7 семестре и занимает 64 акад. ч. Лабораторные работы охватывают второй раздел дисциплины. В практикум входит 4 работы, примерно по 16 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Наноструктурированные материалы»*.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№	№ раздела дисциплины	Наименование	Кол-во часов
1.	Раздел 2	Самоорганизующиеся наноструктуры в системе АОТ – н-декан – вода	16
2.	Раздел 2	Наноструктуры фосфолипидов в системе лецитин – масло – вода	16
3.	Раздел 2	Магнитные жидкости	16
4.	Раздел 2	Объемная и зернограничная диффузия	16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- оформление отчетов по проделанным лабораторным работам;

- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science и Scopus;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в научных семинарах, проводимых на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа студентов по дисциплине
«Наноструктурированные материалы» не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Первая контрольная работа представляет собой кейс по двум разделам 1 и 2. Вторая контрольная работа соответствует 3 разделу. Максимальная оценка за каждую контрольную работу - 20 баллов.

8.2.1. Контрольная работа № 1. Разделы 1, 2

В контрольной работе содержится 20 вопросов-тестов с 4 вариантами ответов.

За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл, неправильный ответ - 0 баллов. Максимальная оценка - 20 баллов.

Примеры вопросов:

1. Какой из фуллеренов является наиболее устойчивым?
2. В СССР при создании диффузионных технологий изотопного обогащения урана и технологических операций ядерно-топливного цикла были впервые синтезированы наноразмерные металлические порошки. Их производство (УЭХК, г. Новоуральск) и успешное применение были отмечены Ленинской премией (И.К. Кикоин, И.Д. Морохов, В.Н. Лаповок и др.). В каком году?
3. Какое свойство сильно отличается у нанопузырей в объеме воды и на гидрофобной поверхности в воде?
4. Наночистота использует мембраны со свойствами между обратноосмотическими и ультрафильтрационными; размер пор?
5. Температурный синтез наночастиц?
6. Энергия активации зернограничной диффузии в сравнении с диффузией в объеме?
7. Коэффициенты диффузии в нанокристаллических материалах при низких температурах по сравнению с коэффициентами диффузии в макристаллических материалах?
8. Трековые мембраны?
9. Квантовая структура, где движение частицы ограничено по двум координатам?
10. Что такое квантовая точка?
11. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?

12. Изотермическая перегонка (Оствальдово созревание) в наноматериалах?
13. В какой термодинамической теории граница раздела фаз представляется слоем с конечной толщиной?
14. Как влияет изменение длины углеродной нанотрубки на расстояние между дискретными электронными уровнями?
15. Как отличаются свойства графана от свойств графена?

8.2.2. Контрольная работа № 2. Раздел 3

В контрольной работе содержится 20 вопросов-тестов с 4 вариантами ответов.

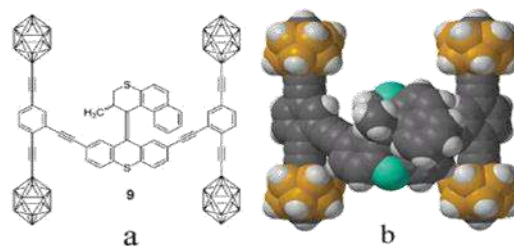
За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл, неправильный ответ - 0 баллов. Максимальная оценка - 20 баллов.

Примеры вопросов:

1. Где и как была синтезирована наномашина (см. рис.)?

2. Откуда берется энергия для движения наномшины, изображенной на рисунке?

3. Какой микроскоп может рассматриваться как прообраз машины, манипулирующей атомами (прообраз ассемблера)?



4. Что такое молекулярный ассемблер?
5. Какую биологическую структуру можно было бы назвать молекулярным ассемблером??
6. Размерный эффект в наноматериалах?
7. Шунгит, местонахождение, свойства, применение.
8. Метод Ленгмюра-Блоджетт?
9. Метод равноканального углового прессования.
10. Какая из структур углеродных нанотрубок обладает наибольшей плотностью?
11. При определенном давлении происходит уплотнение структуры кристалла. Влияет ли размер частиц на величину давления, при котором происходит перестройка структуры кристалла?
12. Какой тип гибридизации соответствует карбину?
13. Какими материалами согласно номенклатуре IUPAC можно назвать цеолиты?
14. Фуллереновая сетка или нанотрубка удовлетворяет теореме Эйлера, которая связывает число вершин v (здесь атомы углерода), число граней, ребер - e (ковалентные связи) и f - число ячеек, плоскостей. Напишите соответствующее уравнение.
15. Способ Шеффера при переносе пленок с поверхности жидкости на подложке?

8.2.3. Оценка лабораторных работ

Сдача лабораторной работы заключается в устном объяснении полученных результатов, их взаимосвязи с размерами синтезированных наночастиц. Затем проводится тест-контроль знаний, полученных при выполнении лабораторных работ. В каждом тесте содержится 5 вопросов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл, неправильный ответ - 0 баллов.

Максимальная оценка за каждую лабораторную работу - 5 баллов.
 Это является контрольной точкой № 3. Максимальная оценка - 20 баллов.

Примеры вопросов:

1. Какие формы могут принимать наноструктуры лецитина в водной среде?
2. Как различаются скорости объемной и зернограничной диффузии?
3. Какого размера получаются наночастицы оксида железа в магнитной жидкости?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Экзамен)

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, 2 вопрос – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

1. При определенном давлении происходит уплотнение структуры кристалла. Влияет ли размер частиц на величину давления, при котором происходит перестройка структуры кристалла?
2. SWNT - однослойные углеродные нанотрубки.
3. Получение нанопористого углерода по методу, разработанному в РНЦ «Прикладная химия» в Санкт-Петербурге?
4. Молекулярные сита МСМ-41?
5. Модификации структуры материала, когда переход одной модификации в другую происходит не скачкообразно, а постепенно и не сопровождается резким тепловым эффектом, что объясняет существование в природе при одинаковых термодинамических условиях нескольких таких модификаций?
6. Фуллерен и его свойства?
7. Какие из наноструктур являются термодинамически неустойчивыми? 1
8. Уравнение Гиббса-Томсона?
9. Как образуются коагуляционные структуры?
10. Зависимость прочности современных конструкционных материалов от их ударной вязкости или пластичности. Особенности наноматериалов.
11. При каких условиях наночастицы будут осаждаться в жидкости?
12. Метод Г.Глейтера получения наноматериалов.
13. За какие работы была присуждена Нобелевская премия Ж.И.Алферову?
14. Закон Петча-Холла (Холла-Петча)?
15. Что такое «Молекулярные сита»?

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой НМНТ ____М.Ю. Королева	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов Профиль – «Материаловедение и технологии»

«__» _____ 20__ г.	наноматериалов и наносистем»
	Наноструктурированные материалы
Билет № 1 1. SWNT - однослойные углеродные нанотрубки. 2. Метод Г.Глейтера получения наноматериалов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.
2. Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П.а, Ганзуленко О. Ю. Наноматериалы и нанотехнологии, Издательство "Лань", 2022, 372 с.
3. Мурадова А.Г., Матвеева А.Г., Юртов Е.В., Бокштейн Б.С. Объемная и зернограничная диффузия. Методические указания по выполнению лабораторной работы, М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018, 28 с.
4. Джардималиева Г. И., Кыдралиева К. А., Метелица А. В., Уфлянд И.Е. Наноматериалы. Свойства и сферы применения, Издательство "Лань", 2021, 200 с.
5. Т. О. Липатьева, С. В. Лотарев, В. Н. Сигаев. Зондовая нанолaborатория "ИНТЕГРА Спектра". Спектроскопия комбинационного рассеяния / сост.: Т. О. Липатьева, С. В. Лотарев, В. Н. Сигаев. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 30 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шабанова Н. А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 328 с.
2. Аверина Ю.М., Субчева Е.Н., Юртов Е.В., Зверева О.В. Композиционные материалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017, 128 с.
3. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010, 152 с.
4. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию : пер. с яп.: Учебное изд. / Н. Кобаяси. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 134 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/>
7. Сайт Роснано <http://www.rusnano.com>
8. Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

- компьютерные презентации интерактивных лекций и семинаров – 8, (общее число слайдов – более 600);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - более 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 40).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «**Материаловедение и технологии материалов**»);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+&EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебная дисциплина *«Наноструктурированные материалы»* включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его демонстрационными фильмами, а также сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка двух контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

После выполнения лабораторных работ обучающиеся оформляют отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями, изложенными в описании каждой лабораторной работы. После оформления отчета обучающиеся сдают лабораторную

работу преподавателю, объясняя полученные результаты. Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 20 баллов, по 5 баллов за каждую лабораторную работу.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (кейсов). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка на экзамене составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и на экзамене. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Наноструктурированные материалы»* является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области наноматериалов и нанотехнологии.

В разделе «Фундаментальные понятия о наноматериалах и нанотехнологии» необходимо обсудить смысл основных понятий нанотехнологии. При этом обязательно познакомить слушателей с английскими вариантами терминов и понятий, используемых в нанотехнологии. Необходимо подчеркнуть роль отечественных ученых в развитии основных положений науки о наноматериалах и нанотехнологии. Особое внимание следует уделить наноматериалам, используемым в электронике. Наноматериалы в электронике – один из ключевых разделов науки о наноматериалах.

В разделе «Основные виды наноструктур» рекомендуется рассмотреть основные типы наноструктур, прежде всего: порошки и объемные наноструктурные материалы, углеродные наноматериалы, кластеры, наноструктуры в жидкостях, наноструктурные пленки, покрытия и поверхностные слои, пористые тела, мембраны. Изучая наночастицы, следует обратить внимание обучающихся на размерные эффекты, обуславливающие изменение свойств и структуры для наночастиц различного размера.

Следует уделить внимание строению и свойствам наночастиц различной морфологии, их влиянию на различные свойства, в том числе в композиционных материалах.

Необходимо уделить внимание вопросам синтеза магнитных наночастиц. Дать основные понятия о способах получения магнитных жидкостей.

Рассматривая тему «Пористые тела» следует подробно рассказать о важности значения удельной межфазной поверхности для характеристики пористых тел. Рассказывая о мембранах следует раскрыть разнообразие материалов, используемых для изготовления мембран. Рассказать о ядерных фильтрах, их методах получения и перспективах использования, особенно в медицинских приложениях.

В разделе «Супрамолекулярные ансамбли и наномашин» следует уделить внимание строению супермолекул и супрамолекулярных ансамблей. Рассказать о различном значении компонентов супрамолекулярных ансамблей, влиянии на супрамолекулярные ансамбли разных воздействий различной физической природы. Необходимо подчеркнуть связь супрамолекулярных ансамблей с наномашинami различной природы. Продемонстрировать перспективы развития наномашин для создания функциональных устройств различного назначения.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении лекционных и практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал, демонстрационные фильмы. При проведении лабораторных работ следует уделить особое внимание навыкам работы обучающихся в химической лаборатории, продемонстрировать взаимосвязь лекционных и практических занятий и лабораторными работами.

При проведении лабораторных работ следует уделить особое внимание навыкам работы обучающихся в химической лаборатории, продемонстрировать взаимосвязь лекционных и практических занятий и лабораторными работами.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение специализированных выставок и семинаров.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают

самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708372 изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Наноструктурированные материалы»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория, снабженная лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами, необходимым общелабораторным оборудованием (весы аналитические, сушильные шкафы, вакуум-сушильные шкафы, колбонагреватели, ротационные испарители, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, рН-метры, кондуктометры) и специализированным оборудованием для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и

наноструктурированных систем, в том числе планетарная микромельница, спектрофотометр в УФ и видимой области, оптический поляризационный микроскоп, синхронный термический анализатор, анализатор размера и дзета-потенциала частиц, анализатор стабильности дисперсных систем, ротационный вискозиметр (реометр).

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам дисциплины; распечатки слайдов презентаций.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами наночастиц и наноматериалов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки, размещенные на сайте кафедры наноматериалов и нанотехнологии (<http://nano.muctr.ru> дата обращения 15.11.2019).

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	• Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath		обновлённую версию продукта)		
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	знает:	Оценка за

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Фундаментальные понятия о наноматериалах и нанотехнологии	• основные типы наноматериалов и наноструктур, их основные физические и химические свойства и основные способы их получения; умеет: • видеть перспективы возможного применения новых наноматериалов и наносистем; • ориентироваться в литературе, посвященной различным наноматериалам и наноструктурам; владеет: • методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций.	контрольную работу № 1. Оценка на экзамене.
Раздел 2. Основные виды наноструктур	знает: • основные типы наноматериалов и наноструктур, их основные физические и химические свойства и основные способы их получения; • основные перспективные области применения различных видов наноматериалов; умеет: • выбирать необходимые виды наноматериалов и наноструктур • видеть перспективы возможного применения новых наноматериалов и наносистем; • ориентироваться в литературе, посвященной различным наноматериалам и наноструктурам; владеет: • методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций.	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за контрольную точку № 3. Оценка на экзамене.
Раздел 3. Супрамолекулярные ансамбли и наномашинны	знает: • основные перспективные области применения различных видов наноматериалов;	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	умеет: • видеть перспективы возможного применения новых наноматериалов и наносистем; • ориентироваться в литературе, посвященной различным наноматериалам и наноструктурам; владеет: • методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций.	контрольную точку № 3. Оценка на экзамене.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая и неорганическая химия»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Профиль подготовки – «Электрохимия в материаловедении»

**Профиль подготовки – «Материаловедение для фотоники и
электроники»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена заведующим кафедрой общей и неорганической химии, кандидатом химических наук, доцентом Н.В. Свириденковой;
профессором кафедры общей и неорганической химии, кандидатом химических наук, доцентом А.Я. Дупалом;
доцентом кафедры общей и неорганической химии, кандидатом химических наук, доцентом Н.Н. Барботиной.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «09» июня 2025 г., протокол №8

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Для успешного освоения дисциплины студент должен знать основной теоретический материал, изучаемый в школьном курсе химии, а также уметь решать простейшие задачи и составлять формулы соединений и уравнения химических реакций. Опираясь на полученные в средней школе знания в области общей и неорганической химии, программа предусматривает их расширение и углубление.

Цель дисциплины – приобретение фундаментальных знаний, компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов.

Задачи дисциплины - овладение теоретическими основами химии и основами неорганической химии; формирование у студентов навыков экспериментальной работы; развитие навыков решения конкретных практических задач и исследовательской работы.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» преподается в 1 и 2 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **общефессиональных компетенций и индикаторов их достижений:**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.2 Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- методы описания химических равновесий в растворах электролитов,
- строение и свойства координационных соединений;
- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ.

Уметь:

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

Владеть:

- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- основными навыками работы в химической лаборатории;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	360	5	180	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,78	208	3,11	112	2,67	96
Лекции	2,22	80	0,89	32	1,33	48
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	96	1,33	48	1,33	48
Самостоятельная работа	2,22	80	0,89	32	1,33	48
Контроль	2	72	1	36	1	36
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	270	5	135	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,78	156	3,11	84	2,67	72
Лекции	2,22	60	0,89	24	1,33	36
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,89	24	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	72	1,33	36	1,33	36
Самостоятельная работа	2,22	60	0,89	24	1,33	36
Контроль	2	54	1	27	1	27
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-	Прак.	Лаб.	Сам.

			ции	зан.	работы	работа
1.	Раздел 1. Принципы химии	144	32	32	48	32
1.1	Строение атома	6	2	2	-	2
1.2	Периодический закон и периодическая система	5	3	-	-	2
1.3	Окислительно-восстановительные процессы	12	3	2	3	4
1.4	Химическая связь и строение молекул	32	9	10	6	7
1.5	Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния	12	5	4	-	3
1.6	Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие	6	2	2	-	2
1.7	Растворы. Равновесия в растворах	71	8	12	39	12
	Экзамен	36				
	Итого 1 семестр	180				
2.	Раздел 2. Неорганическая химия	144	48	-	48	48
2.1	Химия s-элементов	20	4	-	9	7
2.2	Химия p-элементов	74	26	-	24	24
2.3	Химия d-элементов	44	15	-	15	14
2.4	Химия f-элементов	6	3	-	-	3
	Экзамен	36				
	Итого 2 семестр	180				
	ИТОГО	360	80	32	96	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Принципы химии

1.1 Строение атома.

Волновые свойства материальных объектов. Уравнение де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Понятие о квантовой механике и уравнении Шредингера. Волновая функция. Электронная плотность. Характеристика состояния электронов квантовыми числами. Квантовые числа и формы электронных облаков. Формы электронных облаков для s-, p- и d-состояний электронов в атомах. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Максимальное число электронов в электронных слоях и оболочках. Правило Хунда. Последовательность энергетических уровней электронов в многоэлектронных атомах.

1.2 Периодический закон и периодическая система.

Современная формулировка периодического закона. Периодическая система и ее связь со строением атомов. Заполнение электронных слоев и оболочек атомов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Особенности электронного строения атомов в группах, в семействах лантаноидов и актиноидов: s-, p-, d- и f-элементы.

Периодичность свойств химических элементов. Тенденции, связанные с периодичностью. Атомные и ионные радиусы, условность этих понятий. Изменение радиусов атомов по периодам и группам периодической системы элементов. Ионные

радиусы и их зависимость от электронного строения атомов и степени окисления. Энергия ионизации и сродство к электрону как характеристики энергетического состояния атома. Закономерности в изменении энергии ионизации на примере элементов второго периода. Значение периодического закона для естествознания. Предсказание свойств веществ на основе периодического закона, представление о методах сравнительного расчета М.Х. Карапетянца.

1.3 Окислительно-восстановительные процессы.

Степень окисления атома в соединении. Важнейшие окислители и восстановители. Основные схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных реакциях. Влияние температуры, концентрации реагентов, их природы, среды и других условий на глубину и направление протекания окислительно-восстановительных реакций.

1.4 Химическая связь и строение молекул

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Ограничения метода валентных связей. Электроотрицательность атомов. Ионная и ковалентная связи, свойства ковалентной связи: направленность и насыщенность. Полярная ковалентная связь. Донорно-акцепторный механизм образования связи. Характеристики ковалентной связи: длина, энергия (энтальпия), валентные углы. Соотношение длин и энергий (энтальпий) одинарных и кратных связей.

Эффективные заряды атомов в молекуле. Дипольный момент связи и дипольный момент молекулы. Дипольные моменты и строение молекул.

Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Гибридизация волновых функций, примеры sp -, sp^2 -, sp^3 -гибридизаций. Гибридизация с участием d -орбиталей. Заполнение гибридных орбиталей неподеленными парами электронов. Образование кратных связей; σ - и π -связи, их особенности. Делокализованные π -связи и процедура наложения валентных схем.

Теория взаимного отталкивания электронных пар. Метод Гиллеспи. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО). Связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали. Последовательность заполнения МО в двухатомных частицах, состоящих из атомов второго периода. Объяснение возможности существования двухатомных частиц при помощи метода МО. Объяснение магнитных свойств молекул и ионов с позиций метода МО.

Гипервалентные и электронно-дефицитные молекулы. Понятие о многоцентровой связи на примере рассмотрения химической связи в молекуле B_2H_6 .

Квантово-химические трактовки природы химической связи в комплексных соединениях. Метод валентных связей. Понятие о теории кристаллического поля. Объяснение магнитных свойств и наличия или отсутствия окраски комплексных соединений. Метод молекулярных орбиталей для описания комплексных соединений. Устойчивость комплексов. Полиядерные комплексы, кластеры и полиоксометаллаты.

Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Энергия и длина водородной связи. Влияние наличия водородной связи на свойства химических соединений и их смесей (температуры плавления и кипения, степень диссоциации в водном растворе и др.).

Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Поляризация ионов. Зависимость поляризующего действия иона и его поляризуемости от типа электронной структуры, заряда и радиуса ионов. Влияние поляризации на свойства соединений и их смесей.

Общие представления о межмолекулярном взаимодействии: ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействия.

Кристаллическое и электронное строение твердых тел. Общие понятия. Кристаллическая структура твердых тел. Структурные типы. Дефекты и нестехиометрия. Зонная структура твердого тела. Металлы, полупроводники и диэлектрики.

1.5 Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния (характеристические функции).

Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Понятие о термодинамической системе, изолированные системы. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимия и термохимические уравнения. Понятие о стандартном состоянии индивидуальных жидких и кристаллических веществ, газов и растворов. Стандартные энтальпии образования, растворения и сгорания веществ. Закон Гесса и следствия из него. Использование закона Гесса для вычисления энтальпий реакций и энтальпий связи в молекуле. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия и строение вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

1.6 Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.

Элементарные (одностадийные) и неэлементарные (сложные) реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; энтальпия активации.

Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Примеры каталитических процессов в промышленности и лабораторной практике.

Истинное и кажущееся равновесия, их признаки. Константа химического равновесия (K_c и K_p для газовых равновесий).

Энергия Гиббса, ее связь с энтропией и энтальпией. Физический смысл энергии Гиббса. Энтропийный и энтальпийный факторы процесса. Связь ΔG°_T с константой равновесия. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Критерий самопроизвольного протекания процессов в изобарно-изотермических условиях. Определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций в стандартных условиях. Диаграммы Латимера. Расчет стандартных электродных потенциалов. Диаграммы Фроста. Изотерма химической реакции. Уравнение Нернста. Зависимость электродного потенциала от активности и температуры. Термодинамическая вероятность протекания окислительно-восстановительных реакций в нестандартных условиях.

Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние температуры, давления, добавки инертного газа и изменения концентрации реагентов на химическое равновесие.

1.7 Растворы. Равновесия в растворах.

Способы выражения концентраций растворов. Эквивалент и закон эквивалентов.

Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации электролита (закон разбавления Оствальда). Состояние бесконечного разбавления раствора электролита, свойства такого раствора. Шкала стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Ступенчатая диссоциация электролитов. Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита в растворе. Равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого электролита и его кристаллов, произведение растворимости, условия осаждения и растворения малорастворимого электролита. Равновесие диссоциации в растворах комплексных соединений, константа нестойкости и константа устойчивости комплексного иона. Реакции образования и реакции разрушения комплексных соединений.

Равновесие диссоциации воды, ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Шкала величин pH и pOH. Способы расчета величин pH растворов. Буферные растворы. Поляризующее действие ионов соли на молекулы воды.

Гидролиз солей, гидролиз по катиону и аниону. Ступенчатый гидролиз. Взаимное усиление гидролиза, полный (необратимый) гидролиз. Константа и степень гидролиза, связь между этими и концентрацией раствора. Способы усиления и подавления гидролиза. Понятие о сольволизе.

Раздел 2. Неорганическая химия.

2.1 Химия s-элементов

Щелочные металлы. Общая характеристика свойств элементов, нахождение в природе, получение и химические свойства металлов. Соединения щелочных металлов, оксиды, пероксиды, озониды; получение, их свойства и химическая связь в этих соединениях. Гидроксиды щелочных металлов, получение в промышленности NaOH, химические свойства гидроксидов. Общая характеристика солей, получение соды по методу Сольве. Особенности химии лития. Области применения щелочных металлов и их соединений.

Щелочно-земельные металлы, бериллий, магний. Общая характеристика свойств металлов, нахождение в природе, получение металлов и их химические свойства. Общая характеристика солей этих элементов, их растворимость и гидролизуемость. Оксиды и гидроксиды этих элементов: получение и химические свойства. Жесткость воды и методы ее устранения. Особенности химии бериллия. Области применения металлов и их соединений.

2.2 Химия p-элементов

Общая характеристика p - элементов, сравнение химических свойств и реакционной способности.

Бор. Соединения бора в природе, получение бора и его химические свойства. Бориды металлов, бороводороды, борогидриды металлов: получение, химическая связь в бороводородах, химические свойства соединений. Нитрид бора и материалы на его основе. Борный ангидрид и борные кислоты, получение и кислотно-основные свойства. Получение галогенидов бора и их гидролиз. Применение бора и его соединений.

Алюминий. Природные источники и получение металла. Оксид, гидроксид, алюминаты: получение и химические свойства. Гидролиз солей алюминия, квасцы. Гидрид алюминия и алюмогидриды, синтез и использование в качестве восстановителей. Применение алюминия и его соединений.

Галлий, индий, таллий. Природные источники, получение и химические свойства этих металлов. Оксиды, гидроксиды, соли этих металлов, особенности химических свойств соединений. Особенности химии таллия. Применение галлия, индия, таллия и их соединений.

Углерод. Аллотропные модификации: графит, алмаз, карбин, фуллерены. Условия синтеза искусственных алмазов. Углеродные нанотрубки. Химические свойства углерода. Классификация карбидов. Оксиды углерода (II) и (IV): получение и химические свойства. Угольная кислота, ее соли и производные. Синильная кислота, ее соли: получение и химические свойства. Роданиды. Применение углерода и его соединений.

Кремний. Природные источники, методы получения и очистки. Химические свойства кремния, его оксида и кремниевой кислоты. Кварцевое стекло, силикагель, растворимое стекло. Водородные соединения кремния, получение и восстановительная активность. Силициды металлов, карбид кремния, нитрид кремния, гексафторкремниевая кислота: получение и свойства. Применение кремния и его соединений.

Германий, олово, свинец. Природные источники, получение этих элементов и их химические свойства. Оксиды и гидроксиды элементов, станнаты (II и IV), плюмбаты (II и IV). Сульфиды: получение и их химические свойства. Соли тиокислот. Общая характеристика солей, растворимость и гидролизуемость. Применение германия, олова, свинца и их соединений.

Азот. Общая характеристика химических свойств элементов группы азота. Промышленное и лабораторное получение азота. Проблема связанного азота и возможные пути ее решения. Аммиак: получение, химические свойства аммиака, жидкий аммиак как растворитель, амиды, имиды и нитриды, их гидролиз. Гидразин и гидросиламин:

получение, строение молекул, кислотнo-основные и окислительно- восстановительные свойства. Азотистый водород: получение, строение молекулы, азиды металлов. Оксиды азота (I, II, III, IV, V); их получение, химическая связь и свойства. Влияние на окружающую среду выбросов оксида азота. Азотистая кислота и нитриты, получение и восстановительные свойства. Азотная кислота как окислитель, термическое разложение нитратов и их использование в качестве окислителей. Царская водка и ее реакции с металлами. Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.

Фосфор. Природные источники фосфора, получение фосфора в промышленности. Многообразие аллотропных модификаций фосфора, белый и красный фосфор. Фосфин: получение, строение молекулы, химические свойства. Фосфиды металлов. Фосфиновая (фосфорноватистая), фосфоновая (фосфористая) кислоты, фосфинаты (гипофосфиты) и фосфонаты (фосфиты) как восстановители. Гидратация P_4O_{10} , фосфорные кислоты, фосфаты, взаимные переходы фосфатов. Соединения фосфора с галогенами: получение, строение молекул, гидролиз. Применение фосфора и его соединений.

Мышьяк, сурьма, висмут. Нахождение в природе, получение. Водородные соединения, получение и восстановительная активность. Кислородные соединения; кислоты мышьяка и сурьмы: получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Гидроксид висмута. Соединения элементов с галогенами, их гидролиз, соли антимонила и висмута. Кислотно-основные свойства сульфидов мышьяка, сурьмы и висмута, их взаимодействие с растворимыми сульфидами. Тиокислоты и их соли. Области применения соединений элементов.

Кислород. Промышленное и лабораторное получение кислорода, строение молекулы, парамагнетизм кислорода. Физические и химические свойства. Озон: получение, строение молекулы, окислительное действие. Классификация кислородных соединений элементов. Пероксид водорода: получение, строение молекулы, окислительно-восстановительные свойства. Области применения кислорода и его соединений.

Сера, селен, теллур. Природные источники, получение элементов и их химические свойства. Аллотропия серы, строение ее молекулы. Водородные соединения элементов: получение, строение молекул, восстановительные свойства. Сульфиды, методы получения, восстановительные свойства, гидролиз, отношение к минеральным кислотам. Сульфаны и полисульфиды.

Диоксиды элементов: методы получения, строение молекул, кислотные и окислительно-восстановительные свойства. Влияние выбросов сернистого газа на окружающую среду. Триоксиды элементов: получение, гидратация, окислительные свойства. Кислородные кислоты S (IV), Se (IV), Te (IV), способы получения и свойства. Сопоставление окислительно-восстановительных свойств этих кислот и их солей.

Серная кислота: получение, строение молекулы, окислительное действие концентрированного водного раствора, водоотнимающее свойство. Сульфаты, гидросульфаты. Пирсерная кислота. Тиосерная кислота и тиосульфат натрия: получение и химические свойства. Селеновая и теллуровая кислоты, методы получения и свойства. Хлористый тионил и хлористый сульфурил: получение, строение молекул, гидролиз. Хлорсульфоновая кислота. Применение серы, селена, теллура и их соединений.

Водород. Промышленное и лабораторное получение водорода, классификация гидридов, восстановительная активность водорода и гидридов металлов.

Галогены. Общая характеристика химических свойств галогенов, нахождение в природе, промышленное и лабораторное получение. Особенности химических свойств фтора, фториды кислорода. Реакции хлора, брома и йода с водой и растворами щелочей. Водородные соединения галогенов: получение, кислотные свойства, термическая стабильность, восстановительные свойства. Ассоциация молекул HF в плавиковой кислоте, дифториды калия и натрия. Кислородные соединения хлора и йода: получение, строение молекул, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства.

Кислородные кислоты хлора, брома и йода, способы получения, окислительное действие. Соли кислородных кислот галогенов как окислители в кристаллическом состоянии. Сопоставление кислотных и окислительных свойств кислородных кислот галогенов и их солей. Межгалогенные соединения, их гидролиз. Области применения галогенов и их соединений.

Метод отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО) для предсказания геометрических форм молекул и ионов соединений p-элементов. Описание химической связи в водородных соединениях элементов 14–17 групп методом молекулярных орбиталей. Описание химической связи в бороводородах методом молекулярных орбиталей. Описание химической связи в галогенидах элементов 13–18 групп методом молекулярных орбиталей. Описание химической связи в оксидах элементов 14–18 групп методом молекулярных орбиталей. Кластерные соединения p-элементов. Ионы Цинтля.

Благородные газы. Нахождение в природе, промышленное получение благородных газов. Проблема образования химических связей атомами благородных газов. Причины химической инертности элементов. Некоторые известные частицы и соединения. Клатратные соединения благородных газов. Химические соединения криптона и ксенона со фтором: получение, строение молекул, гидролиз. Кислородные соединения благородных газов, кислородные кислоты и их соли. Матричный синтез соединений благородных газов при низких температурах.

2.3 Химия d-элементов.

Особенности химии d-элементов. Закономерности изменения химических свойств по группам и периодам. Нестехиометрические соединения.

Хром, молибден, вольфрам, сиборгий. Природные источники, получение металлов и их химические свойства. Соли хрома (III), оксид и гидроксид хрома (III): получение, кислотнo-основные свойства, гидролиз. Хромовый ангидрид: получение, гидратация, окислительные свойства. Хроматы и бихроматы как окислители. Получение хлористого хрома и его гидролиз. Сопоставление химических свойств соединений молибдена и вольфрама со свойствами аналогичных соединений хрома. Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений.

Марганец, технеций, рений, борий. Природные источники, получение и химические свойства металлов. Соединения марганца (II), получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Диоксид марганца, манганаты (IV), получение и химические свойства. Манганаты (VI), перманганаты, марганцевый ангидрид, марганцевая кислота: получение и окислительно-восстановительные свойства. Сопоставление химических свойств соединений технеция и рения со свойствами аналогичных соединений марганца. Применение марганца, технеция, рения и их соединений.

Железо, кобальт, никель. Нахождение в природе, промышленное получение, химические свойства металлов. Соединения степени окисления +2 и +3, получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Комплексные соединения металлов. Ферраты: получение и окислительное действие. Применение железа, кобальта, никеля и их соединений.

Медь, серебро, золото, рентгений. Нахождение в природе, получение металлов и их химические свойства. Оксиды, гидроксиды, галогениды металлов: получение, кислотнo-основные свойства, гидролиз. Комплексные соединения металлов, химическая связь в них. Применение меди, серебра, золота и их соединений.

Цинк, кадмий, ртуть. Природные источники, промышленное получение металлов и их химические свойства. Соединения с кислородом и галогенами, получение и свойства. Соединения ртути (I), амидные соединения ртути. Применение цинка и его соединений. О токсичности неорганических веществ.

2.4 Химия f-элементов.

Лантаноиды. Общая характеристика химических свойств, понятие о методах получения и разделения этих металлов. Кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов элементов (III), гидролиз солей. Соединения церия (IV), европия (II), иттербия (II).

Актиноиды. Сопоставление химических свойств актиноидов со свойствами лантаноидов. Оксид и гидроксид тория (IV), соединения с галогенами, их химические свойства. Кислородные соединения и галогениды урана, соли уранила, уранаты. Краткая характеристика химических свойств плутония. Применение лантаноидов, актиноидов и их соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Компетенции	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1	электронное строение атомов и молекул	+	+
2	основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии	+	+
3	основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния	+	+
4	методы описания химических равновесий в растворах электролитов	+	+
5	строение и свойства координационных соединений	+	+
6	получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ		+
	Уметь:		
7	выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ	+	+
8	использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;	+	+
9	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях	+	+
	Владеть:		
10	теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов	+	+
11	основными навыками работы в химической лаборатории	+	+
12	экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:			
	Код и наименования ОПК	Код и наименования индикатора достижения ОПК	
13	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования,	- Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при	+

	математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания (ОПК-1)	решении задач профессиональной деятельности (ОПК-1.2)		

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Практическое занятие 1. Способы выражения концентраций растворов I (массовая доля, массовый процент, молярность, титр). Приготовление растворов. Решение задач с использованием уравнений материального баланса.	2 академ.ч.
2	Раздел 1	Практическое занятие 2. Способы выражения концентраций растворов II (молярность, молярная доля, молярное отношение). Взаимный пересчет концентраций. Эквиваленты веществ в реакциях обмена и окисления-восстановления. Фактор эквивалентности, молярная масса и молярный объем эквивалента.	2 академ.ч.
3	Раздел 1	Практическое занятие 3. Способы выражения концентрации растворов III (нормальность). Закон эквивалентов. Решение задач по теме эквивалент.	2 академ.ч.
4	Раздел 1	Практическое занятие 4. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Важнейшие окислители и восстановители. Классификация ОВР. Периодический закон и окислительно-восстановительная активность элементов и соединений. Влияние различных факторов на глубину и направление протекания ОВР.	2 академ.ч.
5	Раздел 1	Практическое занятие 5. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел. Принцип Паули и правило Хунда. Форма электронных облаков. Энергетический ряд атомных орбиталей. Электронные формулы атомов и ионов (основное состояние).	2 академ.ч.
6	Раздел 1	Практическое занятие 6. Основные положения метода валентных связей (ВС). Валентные возможности атомов в рамках метода ВС. Гибридные представления. Схемы перекрывания орбиталей при образовании связей в молекулах (NCl_3 , NH_3 , H_2O , SCl_2 , PCl_3 , H_2S , BeCl_2 , BBr_3 , CH_4 , CBr_4). Донорно-акцепторный механизм образования связи (Be_2Cl_4 , Al_2Br_6 , NH_4^+ , BF_4^- , AlCl_4^- , CO).	2 академ.ч.
7	Раздел 1	Практическое занятие 7. Кратные связи (CO_2 , HCOOH , COCl_2 , C_2H_2 , $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$). Делокализованные π -связи и процедура наложения валентных схем (C_6H_6 , HNO_3 , NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , N_2O , HN_3).	2 академ.ч.

8	Раздел 1	Практическое занятие 8. Геометрия молекул, метод Гиллеспи (BeF_2 , BF_3 , SnCl_2 , CBr_4 , NH_3 , H_2O , ClF_3 , PCl_5 , SF_6 , XeF_6 , XeF_4 , XeF_2 , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , JF_5 , JF_7). Геометрия молекул и их дипольный момент (CS_2 , SnCl_2 , SnCl_4 , PCl_5 , H_2O).	2 академ.ч.
9	Раздел 1	Практическое занятие 9. Метод МО ЛКАО в применении к двухатомным частицам (атомы и ионы, состоящие из атомов элементов второго периода: O_2 , O_2^+ , O_2^- , CN^- , N_2 , B_2 , He_2^+).	2 академ.ч.
10	Раздел 1	Практическое занятие 10. Химическая связь в комплексных соединениях; метод ВС $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{NiF}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{AgCl}_2]^-$. Элементы теории кристаллического поля $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{NiF}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$. Карбонилы как комплексные соединения $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Cr}(\text{CO})_6$.	2 академ.ч.
11	Раздел 1	Практическое занятие 11. Тепловые эффекты химических реакций, энтальпии образования и сгорания. Закон Гесса, следствия из закона Гесса, вычисление ΔH° реакций и энергий (энтальпий) связи в молекулах.	2 академ.ч.
12	Раздел 1	Практическое занятие 12. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия веществ (S°_{T}) и энтропия процессов ($\Delta S^\circ_{\text{T}}$). Энергия Гиббса как мера химического сродства. Изменение энергии Гиббса в различных процессах, энтропийный и энтальпийный факторы. Вычисление ΔG°_{298} и ΔS°_{298} процессов по справочным данным.	2 академ.ч.
13	Раздел 1	Практическое занятие 13. Химическое равновесие. Константа химического равновесия (K_p и K_c). Расчет равновесных концентраций. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье – Брауна. Связь $\Delta G^\circ_{\text{T}}$ с константой равновесия, связь $\Delta G^\circ_{\text{T}}$ с ΔG° .	2 академ.ч.
14	Раздел 1	Практическое занятие 14. Свойства растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов. Произведение растворимости, концентрация насыщенного раствора (растворимость).	2 академ.ч.
15	Раздел 1	Практическое занятие 15. Гидролиз солей. Ступенчатый гидролиз, полный гидролиз. Способы усиления и подавления гидролиза. Константа и степень гидролиза, их связь с концентрацией соли в растворе. Расчет pH водных растворов солей.	2 академ.ч.
16	Раздел 1	Практическое занятие 16. Реакции образования и разрушения комплексных соединений. Равновесие в растворах комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости.	2 академ.ч.

6.2. Лабораторные занятия.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Общая и неорганическая химия», а также способствует

формированию у студентов навыков экспериментальной работы и развитию навыков исследовательской работы.

В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 1 и 3 контрольные работы Раздела 2.

Максимальное количество баллов за лабораторные работы – 18 баллов в 1 семестре (максимально 1,5 балла за работу) и 20 баллов во 2 семестре. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 1	Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Погрешности результатов численного эксперимента. Зачет по технике безопасности.	4 акад.ч.
2		Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений. Расчеты по уравнениям реакций.	4 акад.ч.
		Установление содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах и их формул.	4 акад.ч.
4		Определение молярной массы углекислого газа.	4 акад.ч.
5		Приготовление раствора заданной концентрации.	4 акад.ч.
6		Определение концентрации раствора титрованием.	4 акад.ч.
7		Приготовление раствора заданной концентрации и титрование.	4 акад.ч.
8		Изучение окислительно-восстановительных реакций.	4 акад.ч.
9		Определение молярной массы эквивалента простых и сложных веществ	4 акад.ч.
10		Получение и свойства комплексных соединений.	4 акад.ч.
11		Синтез комплексных соединений	
12		Получение спектра поглощения комплексного соединения и изучение концентрационной зависимости оптической плотности раствора. Определение неизвестной концентрации раствора.	4 акад.ч.
13		Гидролиз солей.	4 акад.ч.
В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 1			
12	Раздел 2	Вводное занятие по химии элементов.	4 акад.ч.
13		Определение карбонатной и общей жесткости воды.	4 акад.ч.
14		Щелочные, щелочноземельные металлы и магний.	4 акад.ч.
15		Бор и алюминий.	4 акад.ч.
16		Углерод и кремний	4 акад.ч.
17		Олово и свинец.	4 акад.ч.
18		Азот.	4 акад.ч.
19		Фосфор, сурьма, висмут.	4 акад.ч.
20		Сера, селен, теллур.	4 акад.ч.
21		Хром, молибден, вольфрам.	4 акад.ч.
22		Марганец, железо, кобальт, никель.	4 акад.ч.
23		Медь, серебро.	4 акад.ч.
24		Цинк, кадмий, ртуть.	4 акад.ч.
В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 2			

В часы лабораторных занятий проводится по 3 контрольные работы в первом и втором семестрах. На контрольные работы отводится по 90 минут, в оставшееся время

лабораторного занятия преподаватель разбирает со студентами вопросы контрольной, вызвавшие наибольшие затруднения, а также студенты сдают лабораторные работы.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- Ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- регулярную подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзаменов (1 и 2 семестры) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в 1 семестре складывается из оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимальная оценка 12 баллов), контрольные работы (максимальная оценка 30 баллов), лабораторные работы (максимальная оценка 18 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка в 2 семестре складывается из оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимальная оценка 4 балла), контрольные работы (максимальная оценка 36 баллов), лабораторные работы (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.

Индивидуальная домашняя работа по курсу выполняется в 1 и 2 семестрах в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка индивидуальной домашней работы – 12 баллов в 1 семестре (1,5 балла за задание) и 4 балла во 2 семестре (по 2 балла за задание).

Раздел	Примерные темы индивидуальной домашней работы
Раздел 1. Принципы химии	Эквивалент. Закон эквивалентов.
	Приготовление растворов. Способы выражения концентраций растворов.
	Основные положения метода валентных связей (ВС). Гибридные представления. Делокализованные π -связи и процедура наложения валентных схем

	Окислительно-восстановительные реакции.
	Химическое равновесие. Константа химического равновесия (K_p и K_c). Расчет равновесных концентраций. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье – Брауна.
	Геометрия молекул, метод Гиллеспи.
	Свойства растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов.
	Химическая связь в комплексных соединениях.
Раздел 2. Неорганическая химия	Предсказание свойств веществ на основе периодического закона, представление о методах сравнительного расчета М.Х. Карапетьянца.
	Осуществление превращения, получение неорганического вещества из предложенного

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы в 1 семестре и 3 контрольных работы во 2 семестре. Максимальная оценка за каждую контрольную работу – 10 баллов в 1 семестре и 12 баллов во 2 семестре.

Раздел	Примерные темы контрольных работ
Раздел 1. Принципы химии	Контрольная работа 1. Закон эквивалентов. Способы выражения концентраций растворов. Строение атома и периодический закон. Квантовые числа.
	Контрольная работа 2. Химическая связь и строение молекул. Энергетика реакций.
	Контрольная работа 3. Константа равновесия. Равновесия в растворах. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Окислительно-восстановительные реакции.
Раздел 2. Неорганическая химия	Контрольная работа 1. Химия s-элементов.
	Контрольная работа 2. Химия p-элементов.
	Контрольная работа 3. Химия d-элементов.

Раздел 1. Принципы химии.

Контрольная работа №1

- Оксид металла содержит 52,9 мас.% металла. Определить молярную массу эквивалента металла и его бромида в обменной реакции.
- 11,2 л (н.у.) бромоводорода растворили в 500 мл воды. Найти концентрацию раствора в мас.%, моляльность и молярное отношение $H_2O:HBr$.
- а) Охарактеризовать квантовыми числами все электроны атома азота в основном состоянии; б) написать электронные формулы атомов теллура и молибдена, а также иона Co^{3+} .
- а) В следующих парах атомов или ионов указать у какой частицы радиус больше: Be и N , Cr^{2+} и Co^{2+} , Rb^+ и Br^- ; б) В следующих парах кислот и оснований выбрать более сильную кислоту (основание): H_2EO_2 и H_2EO_4 ; $CsOH$ и $Ba(OH)_2$. Ответ обосновать.
- Охарактеризуйте валентные возможности атома фосфора. Объясните, почему есть молекулы PF_5 и PCl_5 , а нет молекул NF_5 и NCI_5 ?
- Изобразить схемы перекрывания орбиталей при образовании связей в молекуле муравьиной кислоты исходя из гибридных представлений.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	2	2	2	2	1	1	10

Контрольная работа №2

- На основе метода Гиллеспи предсказать геометрию следующих частиц: SnCl_2 , SbH_3 , PCl_4^+ . Указать полярные молекулы.
- На основе метода МО определить кратность связи кислород-кислород в молекуле O_2 , а также магнитные свойства этой молекулы. Как изменится длина связи при переходе от молекулы O_2 к молекулярному иону O_2^{+} ?
- Рассмотреть на основе метода ВС химическую связь в комплексных ионах $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ определить: а) тип гибридизации орбиталей центрального атома, б) геометрию комплекса, в) его магнитные свойства.
- Для проведения ОВР в кислой среде приготовлен 1,2Н раствор бихромата калия, имеющий плотность 1,04 г/мл. Определить молярность и титр этого раствора, а также мольную долю соли в растворе.
- Вычислить среднюю энтальпию связи углерод-кислород в молекуле CO_2 по следующим данным: $\Delta H^\circ_{\text{обр. CO}_2(\text{г})} = -393,5 \text{ кДж/моль}$;
1) $\text{C}(\text{к, графит}) = \text{C}(\text{г})$; $\Delta H^\circ_1 = 715,1 \text{ кДж}$;
2) $\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{O}(\text{г})$; $\Delta H^\circ_2 = 498,4 \text{ кДж}$.
- Для проведения ОВР, в которой используется бихромат калия как окислитель в кислой среде, приготовлен 2,40 Н раствор этого соединения. Сколько граммов бихромата калия необходимо взять для приготовления 600 мл такого раствора?

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	1,5	1	2	2	2	1,5	10

Контрольная работа №3

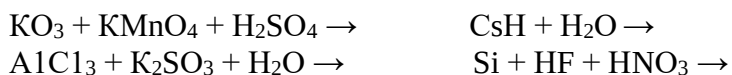
- По справочным данным определить при 298,15К константу равновесия процесса $2\text{NO}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$
- Вычислить равновесную концентрацию $\text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$, если исходная концентрация NO_2 составляла 3 моль/л, а исходная концентрация N_2O_4 была равна нулю.
- В 2 л воды растворили 5,0 л (н.у.) бромоводорода и получили раствор с плотностью 1,01 г/мл. Вычислить рН этого раствора.
- Найти концентрацию и рН раствора уксусной кислоты, имеющего степень диссоциации 12%. $K_{\text{дисс. CH}_3\text{COOH}} = 2 \cdot 10^{-5}$. Сколько мл 70 масс.% раствора уксусной кислоты (плотность 1,07 г/мл) необходимо для приготовления 2,0 л первоначального раствора?
- По справочным данным определить при 298,15 константу диссоциации синильной кислоты в водном растворе.
- Написать уравнения окисления кальция концентрированным раствором азотной кислоты, окисления алюминия разбавленным раствором азотной кислоты.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5	10

Раздел 2. Контрольная работа №1. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов по 2 балла за вопрос.

- Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BCl}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3$.
- Написать уравнения реакций:



3. Бороводороды (бораны): получение, строение молекул, химические свойства на примере диборана.
4. Сколько граммов RbBr следует добавить к 3 л 0,15 М раствора нитрата диаминсеребра(I), содержащего избыточный аммиак в количестве 1 моль/л, для начала выпадения бромида серебра? Константа устойчивости комплексного иона равна $1,8 \cdot 10^7$, а произведение растворимости бромида серебра – $1 \cdot 10^{-14}$.
5. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения алюминия, магния и соды.
6. Особенности химии лития.

Раздел 2. Контрольная работа №2. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов по 2 балла за вопрос.

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:
 $\text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Se} \rightarrow \dots \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2$.
2. Написать уравнения реакций:
 $\text{Pb} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow$ $\text{PH}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow$ $\text{SnO} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
3. Сульфиды сурьмы, мышьяка и висмута: получение, взаимодействие с растворами сульфидов и щелочей.
4. Вычислить pH 4,00 мас.% раствора NaHSO_4 (плотность 1,03 г/мл). Константа диссоциации серной кислоты по второй ступени равна 0,01.
5. Написать уравнения реакций, отражающих химизм процессов зарядки и разрядки свинцового аккумулятора. Написать уравнения реакций взаимодействия олова и свинца с концентрированным раствором азотной кислоты, олова – с избытком разбавленного раствора KOH и при сплавлении с KOH.
6. 20,73 г XeF_4 растворили в большом объеме воды. При этом выделилась смесь газов с плотностью по водороду 55,72. К оставшемуся раствору при низкой температуре прибавили избыток баритовой воды, что привело к выпадению 73,41 г осадка. При нагревании осадка выше 600 °C образовалась смесь газов, поддерживающих горение, с плотностью по водороду 35,86. Привести уравнения протекающих реакций и объяснить количественные результаты проведенных экспериментов.

Раздел 2. Контрольная работа №3. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов по 2 балла за вопрос.

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:
 $\text{Au} \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] \rightarrow \text{Au} \rightarrow \text{AuCl}_3 \rightarrow \text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$.
2. Написать уравнения реакций:
 $\text{CrSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{Fe} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.}) \rightarrow$
3. Получение хлористого хрома и бихромата калия из соединений хрома (III). Окислительные свойства бихромата калия.
4. Найти pH и степень гидролиза 0,1М раствора формиата калия, если константа диссоциации муравьиной кислоты равна $2 \cdot 10^{-4}$.
5. Написать уравнения реакций растворения золота в селеновой кислоте, серебра – в концентрированном и разбавленном растворах азотной кислоты. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения марганца, перманганата калия и рения.
6. Даны следующие термодинамические данные ($T = 298,15 \text{ K}$):





Рассчитайте константу равновесия диспропорционирования Cu(I) при этой температуре ($2 \text{ Cu}^+ \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$).

Контрольная работа №3

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:
 $\text{Au} \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] \rightarrow \text{Au} \rightarrow \text{AuCl}_3 \rightarrow \text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$.
2. Написать уравнения реакций:
 $\text{CrSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.}) \rightarrow$
3. Получение хлористого хрома и бихромата калия из соединений хрома (III).
Окислительные свойства бихромата калия.
4. Найти pH и степень гидролиза 0,1M раствора формиата калия, если константа диссоциации муравьиной кислоты равна $2 \cdot 10^{-4}$.
5. Написать уравнения реакций растворения золота в селеновой кислоте, серебра – в концентрированном и разбавленном растворах азотной кислоты.
6. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения марганца, перманганата калия и рения.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	2	2	2	2	2	2	12

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен, 2 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Раздел 1.

Билет для проведения экзамена в 1 семестре содержит 5 вопросов по разделу 1 рабочей программы, максимальная оценка за каждый вопрос – 8 баллов.

Примеры экзаменационных вопросов

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Вычисление длины волны де-Бройля для материального объекта. Как убедиться в появлении волновых свойств материальных объектов?
2. Свойства волновой функции. Понятие об уравнении Шредингера. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме.
3. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел.
4. Принцип Паули и правило Хунда. Сколько максимально электронов может находиться в N-слое, d-оболочке?
5. Электронный слой, электронная оболочка, электронная орбиталь. Максимальное число электронов в слое, оболочке и на орбитали.
6. Энергия электрона в многоэлектронном атоме. Энергетический ряд атомных орбиталей. Электронные формулы атомов Ni, Se и иона Fe^{3+} .
7. Современная формулировка периодического закона. Периодическое изменение свойств на примере энергии ионизации атома и радиуса иона.
8. Атомные и ионные радиусы, как их определяют? Основные закономерности изменения атомных радиусов по периодам и группам периодической системы.
9. Закономерности изменения ионных радиусов (катионы и анионы, d-сжатие, f-сжатие, изoeлектронные ионы).
10. Эффективные заряды атомов в молекулах. Дипольный момент связи, дипольный момент молекулы и ее строение на примерах молекул H_2O и CO_2 .

11. Относительная сила кислородных кислот и оснований (схема Косселя) на примерах HTcO_4 и HMnO_4 ; H_2SeO_4 и H_2SeO_3 ; TlOH и Tl(OH)_3 .
12. Ионная и ковалентная связи, их свойства. Полярная ковалентная связь. Что такое эффективные заряды атомов?
13. Основные положения метода ВС при описании химической связи. Валентные возможности атомов азота, фосфора, фтора и хлора.
14. Донорно-акцепторный механизм образования связи на примере молекул CO , HNO_3 , и ионов BF_4^- , NH_4^+ .
15. Гибридные представления при описании химической связи. Изобразите схемы перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах CO_2 и BCl_3 .
16. Образование кратных связей. Сигма- и пи-связи, их особенности.
17. Процедура наложения валентных схем в методе ВС для описания дробной кратности связи на примерах молекул N_2O , HN_3 , HNO_3 .
18. Модель отталкивания локализованных электронных пар (метод Гиллеспи). Основные положения на примере молекул SO_2 и SO_2Cl_2 .
19. Распределите электроны частицы B_2 по молекулярным орбиталям. Определите кратность связи и магнитные свойства частицы.
20. На основе метода молекулярных орбиталей объясните парамагнитные свойства кислорода. Какова кратность связи в молекулярном ионе O_2^+ ?
21. Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Поляризация ионов и ее влияние на свойства веществ.
22. Водородная связь: типы водородной связи, порядок величин энтальпий связи. Влияние водородной связи на физико-химические свойства веществ.
23. Типы межмолекулярного взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса).
24. Типичные окислители и восстановители. Приведите примеры.
25. Типы окислительно-восстановительных реакций, приведите примеры.
26. Критерий самопроизвольного протекания ОВР в растворах. Стандартные величины электродных потенциалов. Рассмотрите окисление перманганатом калия в кислой среде ионов Fe^{2+} и Co^{2+} .
27. Формулировка закона Гесса, условия его выполнения. Энтальпии образования и энтальпии сгорания.
28. Следствия из закона Гесса, при каких условиях выполняется этот закон?
29. Энергия Гиббса, энтальпия; их физический смысл. Связь между энергией Гиббса и энтальпией. Что такое энтропийный и энтальпийный факторы?
30. Энергия Гиббса как термодинамическая функция состояния. Определение и свойства. Вычисление энергии Гиббса процессов по справочным данным.
31. Критерий самопроизвольного течения реакций, энтальпийный и энтропийный факторы процесса.
32. Стандартные термодинамические характеристики. Понятие о стандартном состоянии индивидуальных жидких и кристаллических веществ, газов и растворов.
33. Химическое равновесие. Истинное (устойчивое) и кажущееся (кинетическое) равновесие; их признаки.
34. Константа химического равновесия. Связь величин K_p и K_c для газовых равновесий.
35. Принципы построения шкалы стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Как определить стандартную энтальпию образования хлорида калия в водном растворе?
36. Константа химического равновесия. Связь величин K_p и K_c для газовых равновесий.
37. Идеальные и реальные растворы. Активность, коэффициент активности как мера отклонения свойств компонента реального раствора от его свойств в идеальном растворе.
38. Равновесие диссоциации ассоциированных (слабых) электролитов. Закон разбавления Оствальда.

39. Буферные растворы и их свойства на примере смеси растворов муравьиной кислоты и формиата калия.
40. Равновесие диссоциации воды. Ионное произведение воды. Шкала величин рН и рОН. Вычисление рН растворов неассоциированных кислот и оснований.
41. Произведение растворимости как константа равновесия растворения и диссоциации малорастворимого соединения. Связь ПР с растворимостью.
42. Общее выражение для энергии Гиббса химического процесса применительно к выводу условия выпадения осадка малорастворимого соединения.
43. Условия выпадения осадка и растворения малорастворимых электролитов.
44. Основные понятия химии комплексных соединений.
45. Классификация комплексных соединений по виду координируемых лигандов. Номенклатура комплексных соединений.
46. Равновесие диссоциации комплексных соединений. Константа устойчивости и константа нестойкости.
47. Химическая связь в комплексных ионах с позиций метода валентных связей и теории кристаллического поля. Основные положения теории кристаллического поля
48. Расчет рН растворов солей, гидролизированных по катиону.
49. Гидролиз по аниону. Вычисление константы гидролиза по аниону, ее связь с концентрацией соли и рН раствора.
50. Взаимное усиление гидролиза (совместный гидролиз). Полный (необратимый) гидролиз.
51. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции.
52. Зависимость скорости химической реакции от температуры, энергия (энтальпия) активации. Гомогенный и гетерогенный катализ, примеры.

Раздел 2.

Билет для проведения экзамена во 2 семестре содержит 6 вопросов по разделу 2 рабочей программы дисциплины, максимальная оценка за вопросы 1-4 – 6 баллов, максимальная оценка за вопросы 5 и 6 – 8 баллов.

Примеры экзаменационных вопросов

1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.
2. Особенности соединений лития по сравнению с соединениями других щелочных металлов.
3. Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды щелочных металлов: химическая связь в соединениях, получение и свойства.
4. Получение натрия, гидроксида натрия и карбоната натрия в промышленности.
5. Взаимодействие с растворами щелочей: а) амфотерных металлов; б) неметаллов; в) кислотных оксидов; г) амфотерных оксидов.
6. Особенности соединений бериллия по сравнению с соединениями щелочно-земельных металлов.
7. Общая характеристика солей бериллия, магния и щелочно-земельных металлов, их растворимость и гидролиз.
8. Получение оксида, гидроксида кальция и хлорной извести в промышленности.
9. Общая характеристика и химические свойства бора, его получение.
10. Борный ангидрид, борные кислоты и их соли: получение, строение и свойства.
11. Бороводороды: получение, строение молекул и свойства. Борогидриды металлов.
12. Общая характеристика и химические свойства алюминия, индия, галлия и таллия.
13. Получение алюминия, его оксида и гидроксида в промышленности.
14. Оксид, гидроксид и соли алюминия: их получение и свойства.
15. Общая характеристика и химические свойства углерода.

16. Оксиды углерода (II, IV): получение в промышленности и в лаборатории, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Карбонилы металлов.
17. Общая характеристика и химические свойства кремния.
18. Получение кремния, силиката натрия и стекла в промышленности.
19. Кварц, кремниевые кислоты, силикаты, гексафторокремниевая кислота: получение и свойства.
20. Общая характеристика и химические свойства германия, олова и свинца.
21. Оксиды и гидроксиды олова и свинца: их взаимодействие с кислотами и щелочами, окислительно-восстановительные свойства.
22. Сульфиды олова и свинца: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Отношение к действию $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$.
23. Общая характеристика и химические свойства азота.
24. Оксиды азота: получение, строение молекул, окислительно-восстановительные свойства.
25. Аммиак и гидразин: получение, химическая связь и строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
26. Реакции термического разложения солей аммония: нитриты, нитрата, бихромата, сульфата, хлорида.
27. Гидроксиламин, азотистоводородная кислота и ее соли: химическая связь и строение молекул, получение и свойства.
28. Взаимодействие металлов с азотной кислотой.
29. Царская водка и её окислительные свойства на примере реакций с золотом, платиной, сульфидом ртути.
30. Реакции термического разложения нитратов различных металлов.
31. Общая характеристика и химические свойства фосфора его получение в промышленности.
32. Оксиды фосфора: получение, строение молекул и свойства.
33. Фосфорноватистая и фосфористая кислоты: получение, строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Фосфиты и гипофосфиты.
34. Кислоты фосфора (+5) и качественные реакции на них. Получение фосфорной кислоты в промышленности.
35. Общая характеристика и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута.
36. Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута: их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.
37. Галогениды мышьяка, сурьмы и висмута: их получение и гидролиз. Тиокислоты и тиосоли.
38. Получение кислорода и пероксида водорода в промышленности и в лаборатории.
39. Реакции пероксида водорода в роли окислителя и восстановителя.
40. Общая характеристика и химические свойства серы, селена и теллура.
41. Получение и свойства сероводорода. Растворимость и гидролиз сульфидов. Отношение сульфидов к кислотам.
42. Кислородсодержащие кислоты серы, селена и теллура: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
43. Взаимодействие металлов с серной кислотой.
44. Получение серной кислоты и сероводорода в промышленности.
45. Взаимодействие неметаллов с концентрированными серной и азотной кислотами.
46. Получение водорода в промышленности.
47. Общая характеристика и химические свойства галогенов.
48. Получение хлора, брома и хлората калия в промышленности.
49. Водородные соединения галогенов: получение и свойства.

50. Ассоциация молекул фтороводорода. Дифторид калия.
51. Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.
52. Оксиды хлора и иода: получение и свойства.
53. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих кислот галогенов.
54. Получение и гидролиз галогенангидридов.
55. Фториды ксенона: получение, строение молекул и химические свойства.
56. Общая характеристика и химические свойства меди, серебра, золота.
57. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы цинка.
58. Соли цинка, кадмия и ртути, их гидролиз. Амидные соединения ртути. Соединения $\text{Hg}_2(\text{II})$ получение и свойства.
59. Общая характеристика и химические свойства хрома, молибдена и вольфрама.
60. Соединения хрома (II и III): получение и свойства.
61. Реакции хромата (дихромата) калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
62. Хромовый ангидрид, хроматы и дихроматы: получение и химические свойства. Хромовая смесь.
63. Общая характеристика и химические свойства марганца, технеция и рения.
64. Соединения марганца (II): получение и свойства. Диоксид марганца, манганаты и перманганаты. Марганцовая кислота и ее ангидрид.
65. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
66. Общая характеристика и химические свойства железа, кобальта и никеля.
67. Получение и свойства гидроксидов и солей железа (II и III). Качественные реакции на ионы железа.
68. Получение железа, никеля, хрома и марганца в промышленности.
69. Пирометаллургические способы получения металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.
70. Окислительное действие нитрата калия и хлората калия при нагревании (сплавлении).
71. Образование аммиакатов и гидроксокомплексов металлов и их разрушение кислотами и при нагревании.
72. Реакции термического разложения некоторых кислых солей (NaHCO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , NaHSO_4).
73. Гидролиз солей (по катиону, по аниону, одновременный гидролиз двух солей).

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамены по дисциплине «Общая и неорганическая химия» проводятся в 1 и 2 семестрах и включают контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины соответственно.

Билет для проведения экзамена в 1 семестре содержит 5 вопросов по разделу 1 рабочей программы, максимальная оценка за каждый вопрос – 8 баллов. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

Пример билета для экзамена 1 семестра

*«Утверждаю»
Зав.кафедрой общей и*

Министерство науки и высшего образования РФ

Билет №

1. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Объясните парамагнитные свойства кислорода и найдите кратность связи в O_2 и O_2^+ .
2. Константа химического равновесия. Соотношение величин K_p и K_c для газовых равновесий. Связь $\Delta G^\circ_{\text{хим.реакции}}$ и константы равновесия.
3. Для растворения 1,0 г металла необходимо 49 г 5 масс.% раствора серной кислоты. Найдите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Какой это металл?
4. К 200 см³ раствора, содержащего 10 масс.% HNO_3 и имеющего плотность 1,054 г/см³ прибавили 100 см³ воды. Вычислите молярность полученного раствора.
5. Напишите уравнения реакций:

а) $K_2S + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$	в) $Al_2(SO_4)_3 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow$
б) $Zn + HNO_3 \text{ разб. } \rightarrow$	г) $ZnSO_4 + NH_3 \text{ (избыток) } \rightarrow$

Билет для проведения экзамена во 2 семестре содержит 6 вопросов по разделу 2 рабочей программы дисциплины, максимальная оценка за вопросы 1-4 – 6 баллов, максимальная оценка за вопросы 5 и 6 – 8 баллов. Таким образом ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

Пример билета для экзамена 2 семестра

«Утверждаю»
Зав.кафедрой общей и
неорганической химии

Н.В. Свириденкова
« » _____ 2025 г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева
Кафедра общей и неорганической химии
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Дисциплина «Общая и неорганическая химия»

Билет №

1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.
2. Получение, строение молекул и свойства оксидов фосфора. Качественные реакции на фосфорные кислоты.
3. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
4. Найдите pH 0,01М раствора NH_4NO_3 . Константа диссоциации NH_4OH равна $1,8 \cdot 10^{-5}$.
5. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $Cr_2O_3 \rightarrow \dots \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow K_2CrO_4$.
6. Напишите уравнения реакций:

а) $Cl_2O_6 + H_2O \rightarrow$	в) $KMnO_4 + KNO_2 + H_2O \rightarrow$
б) $H_2SeO_4 + Au \rightarrow$	г) $NiCl_2 + KCN \text{ (изб.) } \rightarrow$

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. Учебник для вузов. М.: Химия, 2000. 592с.
2. Практикум по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
3. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 1. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 186 с.
4. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 2. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 150 с.
5. Алекса А.А., Ахапкина Т.Е., Барботина Н.Н. и др. Неорганическая химия. Вопросы и задачи: в 2 ч. Ч.1. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. -116 с.
6. Барботина Н.Н., Горбунов А.В. и др. Неорганическая химия. Вопросы и задачи: в 2 ч. Ч.2. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. -116 с.
7. Артёмкина И.М., Артёмкина Ю.М., Дупал А.Я., Кожевникова С.В., Свириденкова Н.В., Соловьев С.Н., Щербаков В.В. Индивидуальная домашняя работа по общей и неорганической химии в примерах и задачах. 2022. - 144 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Соловьев С.Н. Начала химии. Элементы строения вещества (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 108 с.
2. Соловьев С.Н. Начала химии. Теоретические основы химии (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 148 с.
3. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 1. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
4. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 2. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
5. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия s-элементов. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2014. 131 с.
6. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия р-элементов. Группы бора и углерода. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2015. 295 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Электронно -библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.

CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества, онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.

John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий.

Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные,

общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно).

eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.

Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам. Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.

Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.

Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.

Bentham Science Publishers База данных eBooks Books – полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004 - 2022 гг.

Научные журналы РАН. Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025 (бессрочно).

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005

Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010

Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995

Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998

Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997

Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011

Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/> Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/> В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/> База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/> Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.

Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/> Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/> Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/> ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/> PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. рецензирование.

US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/> Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/> Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа.

The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий. Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org> Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>

Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года. В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др. Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/> Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>

13. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин. Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа. Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress> Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>

The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа. Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика. Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current> Ссылка на раздел Open access: <https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом. Ссылка на ресурс:

<https://www.tandfonline.com/> Ссылка на раздел Open access:
<https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов. Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access: <https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеолекции проф. Соловьёва С.Н., проф. Кузнецова В.В.;
- компьютерные презентации лекций;
- электронный лабораторный журнал;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для самоконтроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- YouTube-канал кафедры общей и неорганической химии – Режим доступа:

<https://www.youtube.com/channel/UCBCWlQ4yXL5PFScSIHS-fQg> (дата обращения: 15.05.2025).

Средства обеспечения освоения дисциплины доступны на учебном портале moodle.muctr.ru.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая и неорганическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Оборудованная лаборатория: аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ», рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, рН-метр-милливольтметр рН-420; стандарт-титр рН метрия общая ООО «ХИМТИТРЫ», лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124C, весы электронные аналитические MB-210A, весы аналитические AND HR-100AG, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, весы порционные AND НТ-500 (500г, 0,1г, внешняя калибровка), весы Citizen Scale CY-224; колбонагреватель КН-500 Stegler, мешалка магнитная STEGLER HS с подогревом, спектрофотометр однолучевого СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевой СФ-102 с разделением светового потока ионометр И-510, шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; шкаф сушильный (тип 2) ШС-40-02 СПУ мод. 2204, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202, шкаф сушильный (тип 3) ШС-80-02 СПУ мод. 2208 жидкостной циркуляционный термостат BT10-1 (+20...+100 °С), термостат жидкостной LOIP LT 124a; BT3-1 (+20...+100 °С); BT5-1 (+20...+100 °С) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л.; электрическая плита IRIT IR-8004 IRIT; столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 Stegler, сушилка для пробирок (тип 1) 0362A (полипропилен) Stegler, сушилка для пробирок (тип 2) 0362B (полипропилен) Stegler.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
4.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Принципы химии	<i>Знает:</i> – электронное строение атомов и молекул; – основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии; – основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; – методы описания химических равновесий в растворах электролитов, – строение и свойства координационных соединений; <i>Умеет:</i>	Оценка за индивидуальное домашнее задание (1 семестр) Оценка за лабораторные работы (1 семестр) Оценка за три контрольные

	– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; – прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов; – основными навыками работы в химической лаборатории; – экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.	работы (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 2. Неорганическая химия	<i>Знает:</i> – электронное строение атомов и молекул; – основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии; – основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; – методы описания химических равновесий в растворах электролитов, – строение и свойства координационных соединений; – получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ; <i>Умеет:</i> – выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; – выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов; – основными навыками работы в химической лаборатории;	Оценка за индивидуальное домашнее задание (2 семестр) Оценка за лабораторные работы (2 семестр) Оценка за три контрольные работы (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)

	– экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

**Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

старшим преподавателем кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей химической технологии «30» июня 2025 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение *одного* семестра.

Дисциплина «**Общая химическая технология**» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии.

Цель дисциплины – формирование знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

Задачи дисциплины:

- изучение химического производства как химико-технологической системы, ее организации, структуры и функционирования;
- изучение методов балансовых расчетов, анализа химического производства, определения его эффективности;
- обучение методам и приемам разработки ХТС и оптимальной организации химико-технологических процессов в ней;
- развитие инженерного мышления и эрудиции при анализе и синтезе химико-технологических систем;
- знакомство с некоторыми конкретными химическими производствами, на примере которых предметно демонстрируются основные теоретические положения курса.

Дисциплина «**Общая химическая технология**» преподается в **7-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания	ОПК-1.4. Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на общетехнические знания
ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ОПК-2.2. Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов, обосновывает выбор целесообразного решения с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений ОПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации
ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1. Принимает участие в обосновании технических решений в профессиональной деятельности ОПК-6.2. Выбирает эффективные и безопасные технические средства и технологии технических решений в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства.

Уметь:

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,33	48	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,33	48	36
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Химическая технология и химическое производство	12	6	-	-	6
1.1	Основные определения и положения	2	1	-	-	1
1.2	Химическое производство	4	2	-	-	2
1.3	Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве	6	3	-	-	3
2.	Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов	79	16	14	24	25
2.1	Основные определения и положения	12	3	2	4	3
2.2	Химические процессы	35	6	5	14	10
2.3	Химические реакторы	28	5	7	6	10
2.4	Промышленные химические реакторы	4	2	-	-	2
3.	Раздел 3. Химическое производство, как химико- технологическая система (ХТС)	30	6	12	-	12
3.1	Структура и описание химико- технологической системы	6	2	2	-	2
3.2	Анализ ХТС	12	2	5	-	5
3.3	Синтез ХТС	12	2	5	-	5
4.	Раздел 4. Промышленные химические производства	21	3	6	8	4
5.	Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии	2	1	-	-	1
	ИТОГО	144	32	32	32	48
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Химическая технология и химическое производство.

1.1. Основные определения и положения.

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

1.2. Химическое производство.

Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства.

Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.

1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве.

Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.

Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.

Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы.

Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов.

2.1. Основные определения и положения.

Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.

2.2. Химические процессы.

Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.

Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) – твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топахимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) – жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

2.3. Химические реакторы.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.

Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.

Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.

Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.

Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.

2.4. Промышленные химические реакторы.

На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования.

Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система.

3.1. Структура и описание химико-технологической системы.

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели – химическая схема и математическая модель. Графические модели – функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

3.2. Анализ ХТС.

Понятие, задачи и результаты анализа ХТС – состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.

Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).

Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.

Энергетический (по полной энергии) баланс и КПД.

3.3. Синтез ХТС.

Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства – их понятия, особенности и применение.

Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры

Раздел 4. Промышленные химические производства.

Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты.

Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии.

Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
Знать:						
1	основы теории химических процессов и реакторов;		+			
2	методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;	+				
3	методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;		+			
4	основные реакционные процессы и реакторы химической технологии;		+			
5	основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;			+		+
6	основные химические производства.				+	
Уметь:						
7	рассчитать основные характеристики химического процесса;	+	+			
8	выбрать рациональную схему производства заданного продукта;			+	+	+
9	оценить технологическую эффективность производства;	+			+	+
10	выбрать эффективный тип реактора;		+			
11	провести расчет технологических параметров для заданного процесса;		+		+	
12	определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.		+			
Владеть:						
13	методами анализа эффективности работы химических производств;	+			+	+
14	методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;		+	+		
15	методами выбора химических реакторов.		+			

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные</i> компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
16	ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания	ОПК-1.4. Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на общетехнические знания	+	+	+	+	+
17	ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений	+	+	+	+	+
18		ОПК-2.2. Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов, обосновывает выбор целесообразного решения с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	+	+	+	+	+
19		ОПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	+	+	+	+	+
20	ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1. Принимает участие в обосновании технических решений в профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
21		ОПК-6.2. Выбирает эффективные и безопасные технические средства и технологии технических решений в профессиональной деятельности	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2	Показатели химико-технологического процесса. Стехиометрические закономерности.	2
2	2	Показатели химико-технологического процесса. Термодинамические закономерности.	3
3	2	Показатели химико-технологического процесса. Кинетические закономерности.	3
4	2	Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения непрерывного действия (РИС-н)	4
5	2	Реакторы идеального смешения периодического действия (РИС-п). Адиабатический реактор идеального смешения	2
6	3	Каскад реакторов идеального смешения (к-РИС-н)	3
7	3	Разнородные ХТС. Последовательное и параллельное соединение РИС и РИС	2
8	3	Фракционный рецикл	3
9	3	Материальный баланс элемента ХТС без химического превращения	2
10	3	Материальный баланс элемента ХТС с химическим превращением	2
11	4	Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам	3
12	4	Материальный баланс ХТП	3

6.2 Лабораторные занятия

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет **20** баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Моделирование изотермических процессов в реакторах и реакторных системах	8
2	2	Анализ процесса «газ-твёрдое» на примере обжига сульфида цинка	8
3	2	Окисление диоксида серы	8
4	4	Анализ химико-технологических систем – производство азотной кислоты	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *экзамена* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

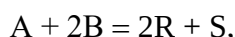
Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **40** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **20** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **10** баллов за первую и **15** баллов за вторую и третью.

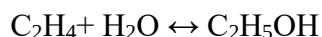
Раздел 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Определить степень превращения по компоненту В (хв) и состав реакционной смеси для реакции



если $x_A = 0,6$; $c_{A0} = 1$ кмоль/м³; $c_{B0} = 1,5$ кмоль/м³.

2. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимой реакции синтеза этанола:



для трёх мольных соотношений в исходной смеси $\alpha = H_2O:C_2H_4 = 1; 4; 9$. Давление в процессе 3 МПа, константа равновесия $K_p = 0,068$ МПа⁻¹.

Раздел 3. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 7 баллов за первый вопрос, 8 баллов за второй вопрос.

1. Реактор периодического действия за 8 ч должен производить $N_R = 4,8$ кмоль продукта R. Чтобы загрузить реактор, нагреть его до нужной температуры и разгрузить после окончания процесса, требуется 1 ч.

1) Найти необходимый объём реактора, если известно, что в реакторе протекает реакция $A \rightarrow R$ с константой скорости $0,026 \text{ мин}^{-1}$, начальная концентрация вещества A равна 8 кмоль/м^3 , 99 % которого подвергается превращению.

2) Определить объёмы реакторов ИС-Н и ИВ для получения такого же количества продукта R в сутки при той же степени превращения вещества A .

2. В реакторе идеального смешения объёмом $0,3 \text{ м}^3$ проводится экзотермическая реакция 1-го порядка $A \rightarrow R + Q_p$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 \exp(-\frac{20000}{RT}) \text{ мин}^{-1}$. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль . Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м^3 . Удельная теплоёмкость раствора равна $0,95 \text{ ккал/(кг·К)}$. Раствор реагента A подаётся с концентрацией 6 кмоль/м^3 в количестве $0,6 \text{ м}^3/\text{ч}$. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества A в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60°C .

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа $A \rightarrow 2R$ с константой скорости равной $8,3 \cdot 10^{-3} \text{ сек}^{-1}$. Концентрация исходного вещества составляет $0,36 \text{ моль/л}$. Расход реакционной смеси равен $0,12 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объёмом $0,3 \text{ м}^3$.

Определить производительность установки по продукту R .

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Первый вопрос – **10** баллов, второй вопрос – **15** баллов, третий вопрос – **15** баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

1. Химический процесс. Технологические показатели эффективности. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
2. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС. Свойства ХТС Синтез ХТС. Концепции синтеза и пути их решения. Синтез и сравнение однородных систем реакторов вытеснения и смешения при проведении в них различных реакций.
3. Стехиометрические закономерности химических процессов. Использование стехиометрических закономерностей в расчетах показателей эффективности технологических процессов.
4. Термодинамические закономерности химических процессов и их использование в технологических расчетах
5. Кинетические закономерности химических процессов. Скорость реакции и скорость превращения вещества. Схема превращения вещества
6. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости: $\tau(c)$, $\tau(T)$, $\tau(x)$, $c(t)$. Теоретический оптимальный режим.

7. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$, $x(T)$. Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
8. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных параллельных реакций. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$, $S_R(c)$, $S_R(T)$. Теоретический оптимальный режим.
9. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных последовательных реакций. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$, $S_R(c)$, $S_R(T)$. Теоретический оптимальный режим.
10. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
11. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения. Время полного превращения твердого. Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
12. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
13. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения.
14. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
15. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего в кинетической области.
16. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внутридиффузионной области.
17. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внешдиффузионной области.
18. Каталитические процессы. Катализаторы. Требования, предъявляемые к катализаторам.
19. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Основные стадии. Математическое описание процесса. Наблюдаемая скорость процесса.
20. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Наблюдаемый коэффициент. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения.
21. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле.
22. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса.
23. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Влияние температуры и размера зерен катализатора на наблюдаемую скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора.
24. Тепловые явления на непористом зерне катализатора.
25. Тепловые явления на пористом зерне катализатора.

26. Гетерогенный процесс газ-жидкость. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Способы интенсификации.
27. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа реакторов в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
28. Построение модели периодического реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения от времени для простых реакций.
29. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
30. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции
31. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для простых реакций.
32. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
33. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
34. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.
35. Построение модели реактора идеального вытеснения. Неизотермические процессы в реакторе идеального вытеснения и периодическом реакторе идеального смешения.
36. Сравнение непрерывных процессов в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
37. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета каскада реакторов
38. Сравнение эффективности работы единичного реактора смешения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального смешения при проведении в них простых и сложных реакций
39. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
40. Виды связей в ХТС и их назначение.
41. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
42. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС.
43. Свойства ХТС
44. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного

- использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования.
45. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.
 46. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.
 47. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.
 48. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
 49. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.
 50. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения синтеза аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
 51. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.
 52. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы абсорбции диоксида азота. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
 53. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.
 54. Синтез системы разделения (ректификация) многокомпонентной смеси.
 55. Синтез технологической схемы теплообмена между несколькими потоками.
 56. Синтез технологической системы реакторов (последовательное и параллельное соединение реакторов идеального смешения и вытеснения для простых и сложных реакций).
 57. Производство серной кислоты. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры. Пути интенсификации сернокислотного производства. Технологическая схема ДК/ДА в производстве H_2SO_4 контактным методом, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
 58. Технологическая схема производства аммиака, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
 59. Производство азотной кислоты. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция окислов азота. Физико-химические основы технологических процессов.
 60. Энерготехнологическая система производства разбавленной HNO_3 под давлением 7,3 атм, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине **«Общая химическая технология»** проводится в **6-ом** или в **7-ом** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из **3** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

<i>«Утверждаю»</i> заведующий кафедрой ОХТ _____ В.Н. Грунский «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра <i>Общей химической технологии</i>
	22.03.01 <i>Материаловедение и технологии материалов</i>
	Дисциплина: <i>Общая химическая технология</i>
Билет № 1	
1. Химический процесс. Определение. Технологические показатели эффективности химического процесса.	
2. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа реакторов в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реакторов. Принципы построения математической модели.	
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и функциональная схемы. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы. Реализация концепции минимизации отходов	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. – 452 с. (**базовый учебник**)
2. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 195 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-09222-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/427454> (дата обращения: 27.06.2025).

Б. Дополнительная литература

1. Харлампики, Х. Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник / Х. Э. Харлампики. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1478-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213269> (дата обращения: 27.06.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампики, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов; под редакцией Х.Э. Харлампики. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211571> (дата обращения: 27.06.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Семенов Г.М., Вяткин Ю.Л., Давидханова М.Г., Ванчуриh В.И., Грунский В.Н., Игнатенков В.И., Сучкова Е.В., Тарасенко Т.А., Федосеев А.П. Общая химическая технология. Химико-технологические системы. Лабораторный практикум. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 112 с.
4. Ванчуриh В.И., Игнатенков В.И., Тарасенко Т.А. Химические процессы и реакторы. Сборник задач: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 68с.
5. Ванчуриh В.И., Грунский В.Н. Гетерогенные каталитические процессы в примерах и задачах. Ч.1 – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 32 с.
6. Бесков В. С., Ванчуриh В. И., Игнатенков В. И. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.1.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. – 83 с.
7. Ванчуриh В.И., Игнатенков В.И., Игнатенкова В.В., Сучкова Е.В. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.2.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 64 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 штук, (общее число слайдов – 595);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Общая химическая технология*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, компьютерный зал для проведения лабораторного практикума с 14 рабочими местами и 14 персональными компьютерами.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	14	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Химическая технология и химическое производство	<i>Знает:</i> - методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях. <i>Умеет:</i> - рассчитать основные характеристики химического процесса; - оценить технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.	Оценка за экзамен
Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов.	<i>Знает:</i> - основы теории химических процессов и реакторов; - методику выбора реактора и расчёта процесса в нем; - основные реакционные процессы и реакторы химической технологии. <i>Умеет:</i> - рассчитывать основные характеристики химического процесса; - выбирать эффективный тип реактора; - провести расчет технологических параметров для заданного процесса; - определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. <i>Владеет:</i> - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей; - методами выбора химических реакторов.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен

Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС).	<i>Знает:</i> - основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства. <i>Умеет:</i> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта. <i>Владеет:</i> - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей.	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за экзамен
Раздел 4. Промышленные химические производства	<i>Знает:</i> - основные химические производства. <i>Умеет:</i> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; - оценивать технологическую эффективность производства; - провести расчет технологических параметров для заданного процесса; <i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.	Оценка за контрольную работу № 3 Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен
Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии	<i>Знает:</i> - основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производств. <i>Умеет:</i> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; - оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.	Оценка за экзамен

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Общая химическая технология»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Форма обучения: *очная*

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Органическая химия»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профили подготовки

«Материаловедение для фотоники и электроники»

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

«Электрохимия в материаловедении»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

заведующим кафедрой органической химии д.х.н., профессором РАН А.Е. Щекотихиным,
доцентом, к.х.н. И.О. Акчуриным, доцентом, к.х.н. Пожарской Н.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры органической химии РХТУ
им. Д.И. Менделеева «30» мая 2025 г., протокол № 10

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов профиль «Материаловедение для фотоники и электроники», «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», «Электрохимия в материаловедении» (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой органической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Дисциплина «Органическая химия» относится к базовой части блока 1 дисциплин учебного плана (Б1.О.05.04). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математических и естественнонаучных дисциплин.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний о строении органических соединений, основных химических свойствах различных классов органических соединений и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

Задачи дисциплины – формирование представлений о теоретических основах современной органической химии, о физических и химических свойствах, методах получения различных классов органических соединений; приобретение навыков применения теоретических законов к решению практических задач химической технологии органических веществ; ознакомления студентов с основными теоретическими представлениями органической химии; ознакомления с химическими свойствами основных классов органических соединений, включая, элементоорганические и биоорганические соединения; обучения основным методам планирования синтеза органических соединений на основе полученных знаний об основных химических свойствах классов органических соединений.

Дисциплина «Органическая химия» преподается в 3 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественно-научные и общеинженерные знания	ОПК-1.2 Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при решении задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений;
- способы получения и химические свойства основных классов органических соединений;
- основные механизмы протекания органических реакций;

Уметь:

- применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов;
- анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений;
- составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения;

Владеть:

- основами номенклатуры и классификации органических соединений;
- основными теоретическими представлениями в органической химии;
- навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	288	4	144	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,44	160	2,22	80	2,22	80
Лекции	2,67	96	1,33	48	1,33	48
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,56	56	0,78	28	0,78	28
Контроль	2,00	72	1,00	36	1	36
Виды контроля:						
Экзамен	2,00	72	1	36	1	36
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	216	4	108	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,44	120	2,22	60	2,22	60
Лекции	2,67	72	1,33	36	1,33	36
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,56	42	0,78	21	0,78	21
Контроль	2,00	54,00	1	27,00	1	27,00
Виды контроля:						
Экзамен	2,00	54,00	1,00	27,00	1,00	27,00
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
<i>3 семестр</i>						
1.	Раздел 1. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ)	43	18	14	-	11
1.1	Природа химической связи	15	6	6	-	3
1.2	Стереоизомерия	8	3	3	-	2
1.3	Алканы	12	6	3	-	3
1.4	Циклоалканы	8	3	2	-	3
2.	Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды	44	21	12	-	11
2.1	Алкены	19	9	6	-	5
2.2	Алкины	9	6	2	-	3
2.3	Алкадиены и полиены	11	6	4	-	3
3.	Раздел 3. Ароматические и элементоорганические соединения	21	9	6	-	6
3.1	Теория ароматичности	4	2	1	-	1
3.2	Соединения бензольного ряда	14	5	5	-	4
3.3	Элементоорганические соединения	3	2	0		1
	ИТОГО	108	48	32		28
	Экзамен	36				
<i>4 семестр</i>						
4.	Раздел 4. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые эфиры	45	21	14	-	10

4.1	Элементорганические соединения (синтез спиртов)	3	0	2		1
4.2	Галогенопроизводные	14	7	4	-	3
4.3	Спирты	12	6	4	-	2
4.4	Фенолы	8	4	2	-	2
4.5	Простые эфиры	4	2	1	-	1
4.6	Эпоксисоединения	4	2	1	-	1
5.	Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные	42	18	12	-	12
5.1	Альдегиды и кетоны	7	3	2	-	2
5.2	α , β -Ненасыщенные альдегиды и кетоны	5	2	1	-	2
5.3	Одноосновные карбоновые кислоты.	4	2	1	-	1
5.4	Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы.	10	4	4	-	2
5.5	Многоосновные карбоновые кислоты	4	2	1	-	1
5.6	α , β - Ненасыщенные карбоновые кислоты и их функциональные производные	5	2	1	-	2
5.7	Альдегидо- и кетокислоты	4	2	1	-	1
5.8	Замещённые карбоновых кислот	3	1	1	-	1
6.	Раздел 6. Азотсодержащие соединения	21	9	6		6
6.1	Нитросоединения	5	2	1		2
6.2.	Амины	9	4	3		2
6.3	Аза- и диазосоединения	7	3	2	-	2
	ИТОГО	108	48	32		28
	Экзамен	36				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ).

1.1. Природа химической связи

Предмет органической химии. Теория химического строения. Классификация органических соединений. Функциональные группы. Основные классы и ряды. Структурные изомеры. Правила номенклатуры.

Понятие ионной связи. Природа ковалентной связи. Донорно-акцепторный и коллигационный механизмы образования ковалентной связи. Электронная теория химической связи Льюиса. Дублет-октетный принцип Льюиса, понятие локализованного типа связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Теория гибридизации АО. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) и форма молекул. Атомно-орбитальные модели. Общее представление теории молекулярных орбиталей, как линейной комбинации атомных орбиталей (МОЛКАО)

Электронные эффекты в органической химии. Индуктивный эффект, эффект сопряжения, гиперконъюгация (сверхсопряжение). Понятие донорного и акцепторного эффекта и заместителя. Делокализованная химическая связь. Концепция резонанса Л. Полинга. Правила изображения резонансных структур. Оценка относительной стабильности резонансных структур.

Классификация органических реакций. Понятие о механизме химической реакции. Синхронная и асинхронная химические реакции и их энергетические диаграммы. Промежуточные соединения и частицы органических реакций.

Кислоты и основания в органической химии. Теория Бренстеда-Лоури и обобщенная теория кислот и оснований Льюиса. Константы кислотности. Смещение химического равновесия в кислотно-основных равновесиях Бренстеда. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

1.2 Стереизомерия

Структурная и пространственная изомерии. Геометрическая и оптическая изомерия, как виды пространственной изомерии. Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Оптическая активность. Хиральность: хиральные и ахиральные молекулы. Энантиомеры. Рацемическая смесь. Способы пространственного изображения оптических изомеров. Относительная и абсолютная конфигурации. Проекционные формулы Фишера. Клиновидные структуры. Относительная *D,L*-номенклатура и абсолютная *R,S*-номенклатура. Понятие об оптической активности соединений с двумя асимметрическими центрами. Энантиомеры и диастереомеры. *Эритро*- и *трео*-ряды и их отличие от *мезо*-формы с соотношением к оптической активности. Разделение энантиомеров и области их применения.

1.3 Алканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Методы получения: синтез Вюрца и метод Кори-Хауза, восстановление галогеналканов, алкенов и алкинов, синтез по Фишеру-Тропшу. Пространственное (конформации) и электронное строение. Физические свойства.

Общая характеристика реакционной способности. Реакции галогенирования, механизм реакций радикального замещения. Прямое хлорирование алканов. Влияние строения алкана и природы галогена на направление замещения. Понятие региоселективности. Стереохимия радикального галогенирования. Энергетический профиль реакции, постулат Хэммонда. Реакции сульфохлорирования, сульфоокисления и нитрования (по Коновалову), механизмы этих реакций и особенности протекания. Термических и каталитический крекинг, каталитический реформинг.

1.4 Циклоалканы

Алифатические циклы. Гомологический ряд циклоалканов. Изомерия, номенклатура циклоалканов. Пространственное и электронное строение. Конформации. Типы напряжений в циклах (угловое, торсионное, стерическое, трансаннулярное) и их влияние

на форму-геометрию цикла. Относительная устойчивость циклоалканов. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Конформации циклогексана. Экваториальные и аксиальные связи. Пространственная изомерия замещенных циклогексанов.

Реакции циклоалканов: гидрирование, взаимодействие с галогенами и кислотами, инертность к окислению. Особенности реакций малых циклов. Изомеризация циклов. Важнейшие представители: циклопропан, цикlopентан, циклогексан. Способы получения: из дигалогенидов, циклоприсоединение и электроциклические реакции, гидрирование бензола и его гомологов (как пример стереоселективной реакции), пиролиз солей дикарбоновых кислот.

Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды

2.1 Алкены

Гомологический ряд. Пространственное строение. Изомерия (пространственная изомерия). *Цис-/ транс-* и *E-/Z-*изомерия. Номенклатура. Относительная стабильность алкенов. Физические свойства.

Реакционная способность алкенов. Реакции электрофильного присоединения: понятие электрофила. Реакции гидрогалогенирования, механизм, правило Марковникова, его теоретическое объяснение и современная формулировка со следствием из постулата Хэммонда. Присоединение галогеноводорода к замещённым алкенам, содержащим ЭД- и ЭА-заместители, изменение направления присоединения. Энергетический профиль реакции. Стереохимия присоединения галогеноводорода к алкену.

Реакция присоединения воды в условиях кислого катализа (*O*-алкилирование олефинами), механизм реакции, перегруппировки. Присоединение спирта к алкену, катализируемое кислотой. Присоединение серной кислоты.

Присоединение галогенов с образованием вицинальных дигалогенидов. Бромирование в инертном растворителе: условия реакции, механизм, анти-присоединения, циклический бромониевый ион, стереоспецифичность. Присоединение водного раствора брома и хлора, особенности реакции хлорирования, механизм.

Реакции оксимеркурирования-демеркурирования и алкоксимеркурирования-демеркурирования, механизм реакции. Гидроборирование алкенов, механизм реакции. Влияние строения алкилборана на региохимию реакции.

Свободнорадикальное присоединение бромоводорода (перекисный эффект Караша), механизм реакции. Реакции радикального замещения алкенов, протекающие с сохранением двойной связи: аллильное галогенирование (хлорирование по Львову, метод Воля-Циглера-бромирование реагентом *NBS*), механизмы реакций.

Окисление оксидом осмия (VIII) с последующим восстановлением. Сингидроксилирование геометрических изомеров алкенов, стереохимический результат реакции. Сравнение окисления алкенов по Вагнеру и по Криге. Реакции мягкого окисления алкенов: окисление алкенов в присутствии солей палладия (Ваккер-процесс). Эпоксидирование алкенов (реакция Прилежаева) с последующим раскрытием эпоксидного цикла (*анти*-дигидроксилирование алкенов). Озонолиз алкенов с последующим восстановлением, зависимость строения продуктов озонолиза от условий восстановления. Трансформация алкенов в альдегиды, кетоны и карбоновые кислоты. Окислительное расщепление алкенов, получение карбоновых кислот.

Гидроформилирование алкенов, получение альдегидов (оксосинтез).

Реакции гидрирования алкенов в условиях гетерогенного катализа. Гомогенное гидрирование. Реакции $2\pi+2\pi$ -циклоприсоединения. Понятие о карбенах и способах их получения. Полимеризация алкенов. Радикальная, катионная, анионная полимеризации. Стереохимия полимеров: атактический, синдотактический и изотактический полимеры.

Способы получения алкенов: реакции дегидрогалогенирования и дегидратации, правило Зайцева и Гофмана. Реакции восстановления алкинов. Реакция Виттига.

2.2 Алкины

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения ацетилена (карбидный метод и крекинг). Синтез алкинов с концевой и изолированной тройной связью из алкенов. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Химические свойства алкинов. СН-Кислотность терминальных алкинов, получение натриевых, литиевых, магниевых, медных и серебряных производных алкинов. Ацетилениды, строение и свойства.

Реакции электрофильного присоединения, их механизмы и стереохимия (присоединение галогена, галогеноводорода, гидроборирование алкинов).

Нуклеофильное присоединение к алкинам, механизмы реакций: гидратация алкинов по Кучерову, реакция Фаворского. Кето-енольная таутомерия. Реакции винилирование.

Алкины с концевой тройной связью как нуклеофильные агенты, замещение галогенов в алкилгалогенидах, реакция Релле.

Стереоселективное восстановление алкинов: гетерогенное гидрирование алкинов и восстановление щелочными металлами в жидком аммиаке. Олигомеризация ацетилена. Окисление алкинов.

2.3 Алкадиены и полиены

Гомологический ряд. Классификация. Аллены. Конфигурационные и конформационные изомеры диенов. Номенклатура. Относительная стабильность диенов. Способы получения диенов. Синтезы Лебедева и Релле. Примеры синтеза изопрена (реакция Принса) и хлоропрена. Общие способы получения диенов из дигалогенидов и спиртов. Алкадиены с сопряженными двойными связями (дивинил, изопрен, хлоропрен). Пространственное и электронное строение бута-1,3-диена. Характеристика связей. Сопряжение. Оценки энергии сопряжения. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алка-1,3-диенов. Особенности реакций присоединения: 1,2- и 1,4- (сопряженное) присоединение галогенов и галогеноводородов. Механизмы реакций. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций электрофильного присоединения к алкенам. Важнейшие представители: бута-1,3-диен, цикlopентадиен, циклоалкадиены. Получение искусственных каучуков и сополимеров.

Окисление алкадиенов.

Понятие о перициклических реакциях, их особенности и классификация. Электроциклические реакции и циклоприсоединение. Циклодимеризация алкенов. Электроциклические реакции. Правила Вудворда-Хоффмана. Зависимость стереохимии продуктов электроциклизации от условий осуществления процесса. Описание направления реакции с позиции теории МО.

Циклоприсоединение [2+2] и [4+2]. Реакции Дильса-Альдера. Объяснение направления циклоприсоединения с позиции МО и теории резонанса. Использование реакции Дильса-Альдера для синтеза бициклических и полициклических соединений.

Раздел 3. Ароматические соединения. Элементоорганические соединения.

3.1 Теории ароматичности.

Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Общие критерии ароматичности. Правило ароматичности $(4n+2)\pi$ – электронов.

3.2 Соединения бензольного ряда

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции радикального замещения хлора и замещения в гомологах бензола. Каталитическое гидрирование аренов. Восстановление аренов по Бёрчу. Окисление бензола, алкилбензолов.

Реакции электрофильного замещения. Реакции бензола: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Условия реакций. Стадии образования и строение электрофильных агентов. Мягкие и жесткие электрофилы. Механизм реакции $S_E2(Ar)$. π -Комплексы. Строение σ -комплекс. Энергетическая диаграмма реакции. Скоростylimитирующая стадия. Кинетический изотопный эффект. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций бимолекулярного электрофильного замещения в ароматическом ряду на примере реакции сульфирования. Синтетическое использование сульфогруппы с десульфированием. Ограничения и особенности реакций Фриделя Крафтса. Синтетическое использование реакций ацилирования в синтезе алкил бензолов восстановлением по Клеменсену и Кижнеру-Вольфу. Взаимодействие с диалогеналканами, образование бифенилов.

Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения: активирующие и дезактивирующие *орто*-/*пара*-ориентанты, дезактивирующие *мета*-ориентанты. Ориентирующее действие заместителей как отражение электронного строения σ -комплекса. Другие факторы, влияющие на соотношение изомеров. Согласованная и несогласованная ориентация двух и более заместителей.

3.3 Элементорганические соединения.

Типы связей в элементорганических соединениях. Характеристика связей углерод-элемент в зависимости от положения элемента в Периодической системе элементов. Металлорганические соединения. Номенклатура. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Метод Чугаева-Церевитинова. Строение реактивов Гриньяра в кристаллическом состоянии и в растворе. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода: кислотами, спиртами, аминами. (диоксидом углерода, альдегидами, кетонами, сложными эфирами). Взаимодействие с нитрилами и оксираном. Реакция Гриньяра с галогенидами различных элементов как метод получения элементорганических соединений. Применение литийорганических соединений в органическом синтезе (реагент Гилмана).

Раздел 4. Галогенопроизводные и металлоорганические соединения. Спирты, фенолы, простые эфиры.

4.1 Элементорганические соединения (синтез спиртов)

Реакции литий и магнийорганических соединений с карбонильными соединениями, эпоксидами, диоксидом углерода. Синтез первичных, вторичных и третичных спиртов с применением реактива Гриньяра.

4.2 Галогенопроизводные

Классификация. Номенклатура.

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения: из алканов, алкенов, спиртов, из иных галогенопроизводных (введение иода и фтора). Реакция Финкельштейна. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Химические свойства алкилгалогенидов: восстановление, взаимодействие с металлами.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома и элиминирования. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Понятия: субстрат, нуклеофуг. Амбидентные нуклеофильные реагенты. Анхимерное содействие.

Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения (S_N2). Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, характер уходящей группы, сила нуклеофильного реагента, природа растворителя.

Стереохимия реакций S_N2 . Энергетическая диаграмма реакции. Растворители, используемые в реакциях нуклеофильного замещения. Протонные и апротонные растворители. Диэлектрическая постоянная.

Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, природа нуклеофильного агента и растворителя. Электрофильный катализ. Перегруппировки. Стереохимия реакций S_N1 . Энергетическая диаграмма реакции.

Влияние растворителя на направление и скорость реакций нуклеофильного замещения. Конкуренция мономолекулярного и бимолекулярного нуклеофильного замещений.

Реакции элиминирования. β -Элиминирование. Механизмы $E1$ и $E2$. Бимолекулярный механизм отщепления ($E2$). Влияние отдельных факторов (структура субстрата, природа реагента и растворителя, температура) на реакционную способность галогеналканов. Стереохимия реакций $E2$. Направление реакций отщепления: правила Зайцева и Гофмана. Факторы, влияющие на направление реакций отщепления: устойчивость алкена и стерические эффекты. Конкуренция реакций S_N1 и $E1$, S_N2 и $E2$.

Винилгалогениды. Способы получения. Особенности связи углерод-галоген. Реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения, элиминирования, электрофильного присоединения.

Ароматические галогенопроизводные. Особенности связи углерод-галоген и реакции замещения галогена. Активированные и неактивированные арилгалогениды. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах ($S_N2(Ar)$ или механизм присоединения-отщепления). Комплекс Мейзенгеймера. Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена (механизм отщепления-присоединения). Электронное строение аринов.

4.3 Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в спиртах, влияние на физические свойства. Получение спиртов с использованием металлоорганического синтеза, гидролиза алкилгалогенидов, восстановлением альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, оксимеркурированием и гидроборированием алкенов. Сравнение восстанавливающей способности натрийборгидрида и литийалюмогидрида. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. ОН-Кислотность: образование алкоксидов, их строение и свойства. Основность и нуклеофильность спиртов и алкоксид-ионов: реакции алкилирования и ацилирования. Реакция этерификации, механизм реакции. Получение эфиров неорганических кислот. Реакции нуклеофильного замещения спиртов: особенности реакций S_N1 и S_N2 , реакционная способность, стереохимия. Мезилаты и тозилаты получение из спиртов, их роль в нуклеофильном замещении. Реакции элиминирования. Кислотно-катализируемая дегидратация: межмолекулярная дегидратация, внутримолекулярная дегидратация; механизмы, реакционная способность, направление отщепления. Правило Зайцева. Регио- и стереоселективность. Каталитическая дегидратация. Реакции спиртов с галогенидами фосфора и серы: механизмы и стереохимия. Взаимодействие спиртов с оксигалогенидами фосфора и серы. Влияние растворителя на направление реакции спиртов с хлористым тиоилом (пиридин, диэтиловый эфир и нуклеофильный растворитель на примере диоксана), механизмы реакций. Окисление спиртов. Взаимодействие спиртов с перманганатом калия и оксидом марганца (IV). Окисление спиртов по Сверну. Окисление спиртов соединениями хрома (VI) – реагент Джонса. Реагент Коллинза и хлорхромат пиридина в синтезе альдегидов из первичных спиртов.

4.4 Фенолы

Классификация и номенклатура. Способы получения: гидролиз хлоробензола; щелочное плавление бензолсульфокислоты; кумольный способ получения фенола и ацетона. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Реакции гидроксигруппы. Кислотность. Влияние заместителей в кольце на кислотность. Образование феноксилов, их строение и свойства. Реакции алкилирования и ацилирования фенолов, механизмы реакций. Реакции ароматического ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование, Реакция Кольбе, ее механизм и влияние различных факторов на ее результат. Орбитальный и зарядовый контроль реакций нитрования и нитрозирования. Разделение *орто*- и *пара*-изомеров нитрофенола. Формилирование фенола по Реймеру-Тиману, Вильсмайеру-Хааку, по Даффу, поликонденсация и образование фенолформальдегидных смол. Взаимодействие с формальдегидом, механизм реакции. Гидрирование и окисление фенолов. Перегруппировки аллиловых (перегруппировка Кляйзена) и сложных эфиров (перегруппировка Фриса) фенолов. Применение в промышленном органическом синтезе.

4.5 Простые эфиры

Классификация и номенклатура. Способы получения: механизм межмолекулярной дегидратации, синтез Вильямсона, алкоксимеркурирование. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции кислотного расщепления: механизмы и направление реакций расщепления. Эфирная защита фенольной группы. Окисление кислородом воздуха, органические гидропероксиды. Применение в органическом синтезе.

4.6 Эпоксисоединения (оксираны)

Изомерия. Номенклатура. Способы получения: промышленный метод Лефорта (окисление этилена в этиленоксид), реакция Прилежаева; с использованием галогеногидринов. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Реакции с раскрытием эпоксидного кольца под действием различных нуклеофильных реагентов. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца. Кислотный и основной катализ нуклеофильного раскрытия оксиранового цикла. Применение в промышленном органическом синтезе.

Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные.

5.1. Альдегиды и кетоны

Классификация и номенклатура. Способы получения альдегидов: окисление и дегидрирование первичных спиртов, восстановление функциональных производных карбоновых кислот, реакция Роземунда, получение из геминальных дигалогенопроизводных, формилирование бензола по Гаттерману-Коху, формилирование фенола по Раймеру-Тиману. Получение кетонов: окисление и дегидрирование вторичных спиртов, ацилирование по Фриделю-Крафтсу; пиролиз солей дикарбоновых кислот, из галогенангидридов и металлоорганических соединений; из металлоорганических соединений и нитрилов. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности.

Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного присоединения: общий механизм, основной и кислотный катализ, стереохимия. Реакции присоединения *O*-нуклеофилов: воды, одноатомных и многоатомных спиртов, алкоксидов; механизмы реакций. Ацетали, полуацетали, полукетали и кетали. Понятие о защитных группах альдегидов и кетонов: оксоланы, способы их синтеза, устойчивость в ходе синтеза и способы удаления. Присоединение *S*-нуклеофилов: гидросульфита натрия и тиолов; механизмы реакций. Использование гидросульфита для выделения альдегидов из реакционной смеси. Присоединение *C*-нуклеофилов цианид-аниона, алкинид-ионов, металлоорганических соединений, илидов фосфора (реакция Виттига); механизмы

реакций. Получение аллиловых и пропаргиловых спиртов. Реакции с N-нуклеофилами: аммиака, первичных и вторичных аминов, гидросиламина, гидразина и его производных; механизмы реакций. Основание Шиффа. Реакции с галогенонуклеофилами.

α,β -ненасыщенным карбонильные соединения. Реакции 1,2-/1,4-присоединения. Присоединение МОС, алкилборатов. Взаимодействие с C-нуклеофилами, реакция Михаэля. Енамины: алкилирование енаминов, сопряженное присоединение енаминов к α,β -ненасыщенным карбонильным соединениям. Относительная реакционная способность альдегидов и кетонов.

CН-Кислотность и кето-енольная таутомерия. Енолизация. Реакции с участием α -водородных атомов. Реакции α -галогенирования, изотопного обмена и рацемизации; механизмы реакций, кислотный и основной катализ этих реакций. Галоформная реакция. Енолят-ионы, их строение и способы генерирования. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Алкилирование и ацилирование енолят-ионов, механизмы реакций. Альдольное присоединение и кротоновая конденсация: механизмы реакций, кислый и основной катализ. Перекрестная альдольная конденсация, ее особенности и недостатки. Перекрестная альдольная конденсация ароматических альдегидов или формальдегида с алифатическими альдегидами и кетонами (конденсация Кляйзена-Шмидта). Реакция Перкина, ее механизм.

Реакции окисления: окисление реактивом Джонса, реактивом Толленса, соединениями марганца (VII), реакция Байера-Виллигера, ее механизм. Реакция Канниццаро, ее механизм. Перекрестная реакция Канниццаро. Восстановление альдегидов и кетонов с помощью комплексных гидридов (NaBH_4 , LiBH_4 , LiAlH_4), особенности процесса. Восстановление карбонильных соединений до алканов (восстановление по Клемменсену и по Кижнеру-Вольфу).

Реакции ароматических альдегидов и кетонов с участием ароматического ядра. Применение в промышленном органическом синтезе.

5.2 Одноосновные (монокарбоновые) карбоновые кислоты.

Одноосновные карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. Кислотность и основность по Бренстеду и Льюису. ОН-Кислотность. Зависимость между строением и кислотностью. *Орто*-эффект. Основность карбоновых кислот. Реакция Бородин-Хундикера.

Реакция этерификации (Фишера), ее механизм. Взаимодействие с аммиаком, первичными и вторичными аминами, механизм реакций. Образование галогенангидридов, механизмы реакций. Реакции карбоновых кислот с участием α -углеродных атомов: α -галогенирование по Геллю-Фольгарду-Зелинскому, механизм реакции. Восстановление. Реакции декарбоксилирования: электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе, декарбоксилирование по Дюма и по Бородину-Хундикеру.

5.3 Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы.

Особенности пространственного и электронного строения. Кислотный и основной катализ в химии функциональных производных карбоновых кислот. Понятие о нуклеофильном катализе.

Галогенангидриды. Способы получения. Взаимодействие с важнейшими N- и O-нуклеофилами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин), механизмы реакций. Восстановление до альдегидов по Розенмунду.

Сложные эфиры. Способы получения. Метод Байера-Виллигера. Гидролиз сложных эфиров в условиях кислого и основного катализа, механизмы процессов. Аммонолиз, механизм реакции. Реакции с металлоорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов. Переэтерификация.

Ангидриды карбоновых кислот. Способы получения. Реакции ангидридов кислот. Гидролиз, механизм реакции. Кетен, получение и свойства.

Нитрилы. Способы получения. Кислый и щелочной гидролиз нитрилов, механизм процессов. Восстановление комплексными гидридами металлов до аминов и альдегидов. Взаимодействие с магнием- и литийорганическими соединениями.

Амиды. Способы получения: ацилирование, перегруппировка Бекмана. Гидролиз, механизм реакции. Восстановление до аминов. Дегидратация амидов. Перегруппировки Гофмана, механизм реакции.

5.4 Многоосновные карбоновые кислоты.

Многоосновные карбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. Получения терефталевой кислоты. Физические и химические свойства. ОН-Кислотность. Образование функциональных производных. Реакции, протекающие при нагревании. Циклические ангидриды: получение, свойства. Применение дикарбоновых кислот в промышленном органическом синтезе.

Малоновый эфир, способы получения, строение, СН-кислотность. Реакции алкилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Синтезы карбоновых кислот из малонового эфира. Реакции конденсации малонового эфира с карбонильными соединениями (реакция Кнёвенагеля). Реакции поликонденсации с диаминами и диолами.

5.5 Замещённые карбоновых кислот.

Оксокислоты. Ацетоуксусный эфир способы получения, строение, СН-кислотность. Реакции алкилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.

Классификация и номенклатура. Амино-, гидрокси- и галогенкислоты. Способы получения α - и β -замещённых кислот. Особенности реакции этерификации, алкилирования и ацилирования, отношение к нагреванию. Реакции аминокислот с азотистой кислотой. Дезаминирование и отношение к нагреванию. Реакции поликонденсации, образование полиамидов и полиэфиров.

Раздел 6. Азотсодержащие соединения.

6.1. Нитросоединения

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Причины подвижности атома водорода при α -углеродном атоме. СН-Кислотность первичных и вторичных нитроалканов и жирно-ароматических нитросоединений. Реакции со щелочами. Строение солей. Взаимодействие нитронат-ионов с карбонильными соединениями (реакция Генри). Ароматические нитросоединения. Реакции восстановления нитроаренов в кислой и щелочной средах. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразосоединения). Селективное восстановление нитрогруппы в динитроаренах. Применение в промышленности; токсичность нитросоединений.

6.2. Амины

Классификация и номенклатура. Способы получения: прямое алкилирование, метод Габриэля, восстановление нитросоединений, восстановительно аминирование, восстановление амидов, нитрилов и азидов. Получение аминов перегруппировкой Гофмана. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Строение и основность. Реакции с кислотами, строение солей, их номенклатура и свойства. Алкилирование и ацилирование; механизмы этих реакций. Реакции енаминов.

Четвертичные аммониевые соли и основания: получение, строение, свойства; расщепление четвертичных аммониевых оснований, направление реакций. Правило

Гофмана. Реакции аминов с азотистой кислотой, механизм реакции. Особенности реакций электрофильного замещения в ароматических аминах (нитрование, галогенирование, сульфирование, формилирование). Окисление аминов.

6.3 Азо- и диазосоединения

Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм, природа нитрозирующего реагента; различия в устойчивости насыщенных и ароматических диазосоединений. Варианты формирования диазотирующего агента. Особенности проведения реакции диазотирования: температура, pH-среды, практическое определение окончания реакции. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения.

Химические свойства солей арениазония. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазониевой группы на гидроксигруппу, алкоксигруппу, фтор, йод. Реакции Зандмейера, Гаттермана. Реакции радикального замещения диазогруппы на хлор, бром, цианогруппу, нитрогруппу, водород. Реакции, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов. Азосочетание. Азо- и диазосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Получение и применение азосоединений, азокрасители.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1	– теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений	+					
2	– способы получения и химические свойства основных классов органических соединений		+	+	+	+	+
3	– основные механизмы протекания органических реакций		+	+	+	+	+
	Уметь:						
4	– применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов			+	+	+	+
5	– анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений	+	+	+	+	+	+
9	– составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения			+	+	+	+
	Владеть:						
10	основами номенклатуры и классификации органических соединений	+					
11	основными теоретическими представлениями в органической химии	+					
12	– навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ		+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК					

13	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественно-научные и общеинженерные знания	ОПК-1.2 Применяет знания механизмов химических реакций, строения вещества и свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, природы химической связи при решении задач профессиональной деятельности	+						

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
3 семестр			
1	1.1	Номенклатура органических соединений.	2
2	1.1	Номенклатура органических соединений. Природа ковалентной связи. Самостоятельная работа № 1	2
3	1.1	Резонанс. Эффекты в органической химии.	2
4	1.2	Алканы	2
5	1.3	Стереои́зомерия. Самостоятельная работ № 2	2
6	1.4	Циклоалканы	2
7	2.1	Алкены.	2
8	2.1	Алкены	2
9		Рейтинговая контрольная работа № 1	2
10	2.2	Алкины.	2
11	2.3	Алкадиены.	2
12	2.3	Перициклические реакции	2
13		Рейтинговая контрольная работа № 2	2
14	3.1	Ароматичность. Бензол	2
15	3.2; 3.3	Арены	2
16		Рейтинговая контрольная работа № 3	2
4 семестр			
17	4.1, 4.2, 4.3	Металлорганические соединения	2
18	4.2	Галогенопроизводные	2
19	4.2	Галогенопроизводные	2
20	4.3	Спирты. Самостоятельная работа № 3	2
21	4.4	Фенолы	2
22	4.4, 4.5, 4.6	Фенолы. Простые эфиры. Эпоксисоединения	2
23		Рейтинговая контрольная работа № 4	2
24		Альдегиды и кетоны	2
25	5.1, 5.2	Альдегиды и кетоны	2
26	5.3	Карбоновые кислоты и их функциональные производные	2
27	5.4-5.5	Карбоновые кислоты и их функциональные производные	2
28	5.7-5.8	Карбоновые кислоты и их функциональные производные	2
29		Рейтинговая контрольная работа № 5	2
30	6.1, 6.2	Нитросоединения, амины	2
31	6.3	Амины, Диазосоединения	2
32		Рейтинговая контрольная работа № 6	2

6.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Программой дисциплины «Органическая химия» лабораторные занятия не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена (3 и 4 семестр) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение самостоятельных и контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), итогового контроля в форме *экзамена (3 и 4 семестр)* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Программой дисциплины «Органическая химия» реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 самостоятельные работы и 6 рейтинговых контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу).

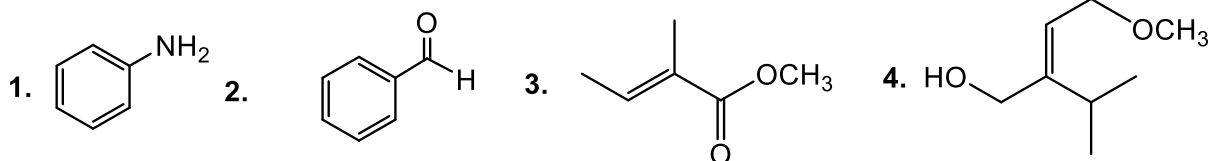
3 семестр - максимальная оценка за две самостоятельные работы составляет по 4 балла за каждую, за рейтинговую контрольную работу 1 – 16, за 2 - 20, за 3 - 16 баллов соответственно, суммарно – 60 баллов.

4 семестр - максимальная оценка за самостоятельную работу составляет 6 баллов, за рейтинговую контрольную работу 4 – 17, за 5 - 20, за 6 - 17 баллов соответственно, суммарно – 60 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к самостоятельной работе № 1. Максимальная оценка – 4 балла.

Вариант 1

I. Назовите соединения (1 б.):



II. Приведите для соединений 1-4 сокращённые формулы Льюиса, с помощью условных символов покажите направление электронных эффектов функциональных групп/заместителей и определите их донорно/акцепторный характер (2 б.). Опишите строение соединений 1,3 с помощью теории резонанса (1 б.).

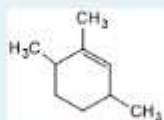
Оценка заданий:

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	1	3	4

Тестовый формат:

Вопрос 1
Пока нет ответа
Балл: 0,20
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

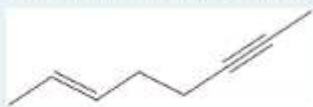
Укажите правильное название по номенклатуре ИЮПАК для соединения:



- ☐ а. 1,3,4-триметилциклогекс-2-ен
- ☐ б. 2,3,6-триметилциклогекс-1-ен
- ☐ в. 1,3,6-триметилциклогекс-1-ен
- ☐ г. 1,2,5-триметилциклогекс-2-ен
- ☐ д. 1,2,4-триметилциклогекс-2-ен

Вопрос 2
Пока нет ответа
Балл: 0,30
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Укажите правильное название по номенклатуре ИЮПАК для соединения:



- ☐ а. окт-2-ен-6-ин
- ☐ б. окт-6-ен-2-ин
- ☐ в. гепт-5-ен-2-ин
- ☐ г. окт-2-ин-6-ен
- ☐ д. окт-6-ин-2-ен
- ☐ е. гепт-2-ин-5-ен

Вопрос 3

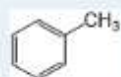
Пока нет ответа

Балл: 0,80

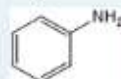
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между формулой соединения и его тривиальным названием:



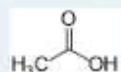
Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос 4

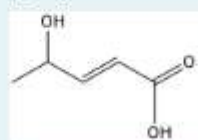
Пока нет ответа

Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Для указанного соединения введите правильное название по номенклатуре ИЮПАК:



Ответ:

Вопрос 5

Пока нет ответа

Балл: 0,80

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

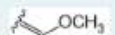
Установите соответствие между функциональной группой и её донорно-акцепторными свойствами:



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос 6

Пока нет ответа

Балл: 0,40

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

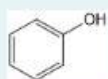
Укажите, какими эффектами или набором эффектов обладает функциональная группа в следующем соединении:



- ☐ a. +I, +M
- ☐ b. -I
- ☐ c. |+M| < |-I|
- ☐ d. |+M| > |-I|
- ☐ e. -I, -M
- ☐ f. +I

Вопрос 7
Пока нет ответа
Балл: 0,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

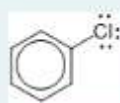
Укажите, какими эффектами или набором эффектов обладает функциональная группа в следующем соединении:



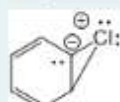
- ☐ a. +I
- ☐ b. -I
- ☐ c. $|+M| > |-I|$
- ☐ d. +I, +M
- ☐ e. $|+M| < |-I|$
- ☐ f. -I, -M

Вопрос 8
Пока нет ответа
Балл: 0,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

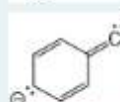
Укажите все структуры, которые являются резонансными для молекулы хлорбензола:



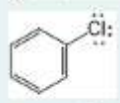
Выберите...



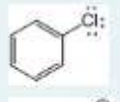
Выберите...



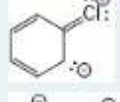
Выберите...



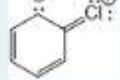
Выберите...



Выберите...



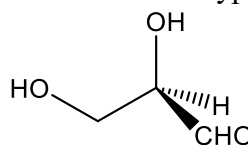
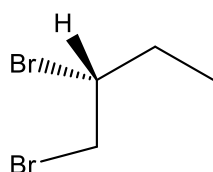
Выберите...



Выберите...

Примеры вопросов к самостоятельной работе № 2. Максимальная оценка – 4 балла.

I. Установите конфигурацию соединений по D/L и R/S-номенклатуре (16):



II. Приведите проекционную формулу Фишера и клиновидную формулу соединения, а также определите его конфигурацию по R/S-номенклатуре (16):

L-2-метилбутан-1-ол

III Изобразите (2S,3R)-2,3-дигидроксибутаналь (1,0 б). Приведите структуры его энантиомера и одного из диастереомеров с указанием их конфигурации по R/S-номенклатуре. (1,0 б)

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ

Оценка, балл	1	1	2	4

Тестовый формат:

Вопрос **1**
Пока нет ответа
Балл: 0,70
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Установите соответствие, какие из веществ являются оптически активными, а какие нет:

бромуксусная кислота	Выберите...
<i>транс</i> -1,2-дибромциклопентан	Выберите...
2-гидроксипропановая кислота	Выберите...
пентан-3-он	Выберите...
<i>цис</i> -1,2-дибромциклопентан	Выберите...

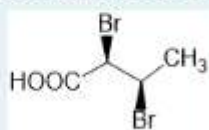
Вопрос **2**
Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Установите соответствие между названием вещества и обозначением его конфигурации по абсолютной номенклатуре:

L-2-хлорбутан	Выберите...
D-2-гидроксипропановая кислота	Выберите...
D-2-хлорбутан	Выберите...
D-пентан-2-ол	Выберите...

Вопрос **3**
Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

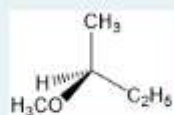
Установите соответствие между названиями и их отношение к заданной структуре



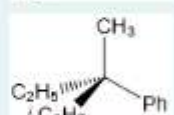
(2S,3R)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...
(2R,3R)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...
(2R,3S)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...
(2S,3S)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...

Вопрос **4**
Пока нет ответа
Балл: 0,80
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

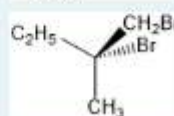
Установить соответствие между структурой и названием



Выберите...



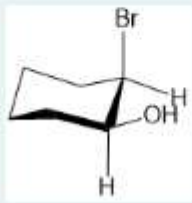
Выберите...



Выберите...

Вопрос **5**
Пока нет
ответа
Балл: 0,50
Отметить
вопрос
Редактировать
вопрос

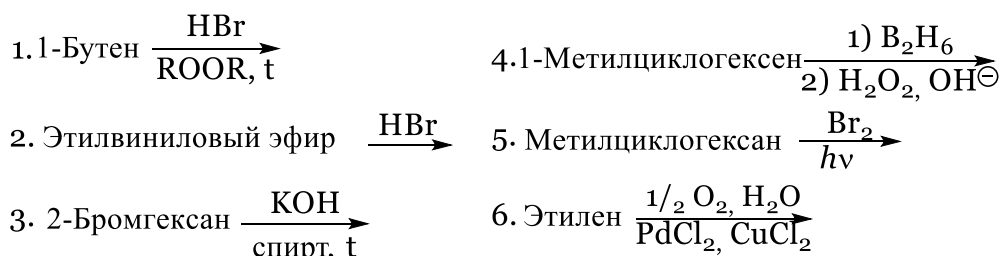
Укажите правильное название для структуры:



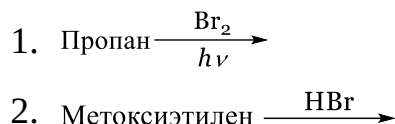
☐ а. (1R,2R)-2-бромциклогексан-1-ол
☐ б. (1S,2S)-2-бромциклогексан-1-ол
☐ в. (1S,2R)-2-бромциклогексан-1-ол

Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка– 16 баллов.

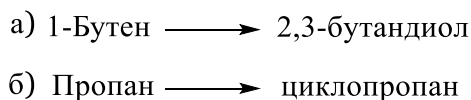
1. Напишите реакции с учётом стереохимического результата. Назовите продукты реакций. (3,5б) Продукт реакции 2 приведите в устойчивой конформации (0,5б).



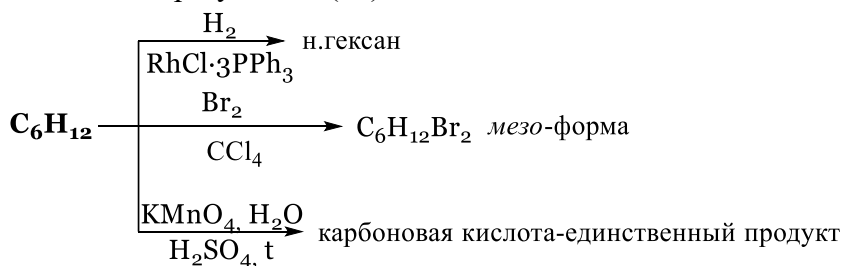
2. Приведите механизмы следующих превращений (4б). Укажите, где необходимо стереохимический результат реакций и конфигурацию стереоизомеров по R,S-номенклатуре (1б):



3. Приведите рациональные схемы превращений, используя только неорганические реагенты ..



4. Установите строение соединений. Напишите все указанные реакции с учётом стереохимического результата.(2б) .



Оценка заданий:

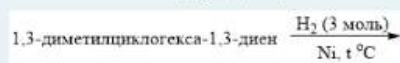
№ задания	1	2	3	4	Σ

Оценка, балл	4	5	5	2	16

Тестовый формат:

Вопрос **1**
Пока нет ответа
Балл: 0,50
🚩 Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

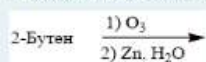
Укажите основной продукт реакции



- ☐ а. (1e,3a)-1,3-диметилциклогексан
- ☐ б. (1a,3a)-1,3-диметилциклогексан
- ☐ в. (1e,3e)-1,3-диметилциклогексан
- ☐ г. (1e,3a)-3-метилциклогексанол
- ☐ д. (1e,3e)-3-метилциклогексанол

Вопрос **2**
Пока нет ответа
Балл: 0,50
🚩 Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

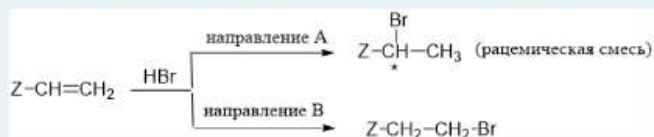
Продуктом(-ами) нижеприведенной реакции является(-ются)



- ☐ а. 2,3-бутандиол
- ☐ б. 2-бутанон
- ☐ в. формальдегид и этаналь
- ☐ г. уксусная кислота
- ☐ д. уксусный альдегид

Вопрос **3**
Пока нет ответа
Балл: 0,40
🚩 Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

Замещённые этилены могут реагировать с галогеноводородом по двум направлениям в зависимости от строения заместителя. Схема дана ниже. Установите соответствие между Z-этиленом (где Z-это заместитель/функциональная группа) и направлением, по которому образуются продукты соответствующего строения.



1-бутен	Выберите... ▾
нитроэтилен	Выберите... ▾
метоксиэтилен	Выберите... ▾
3,3,3-трибромпроп-1-ен	Выберите... ▾

Вопрос 4

Пока нет ответа

Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Какие основные продукты образуются в реакции



- ☐ a. образуется только 2,3-дибромбутан
- ☐ b. 1-бромбут-2-ен; (R)-3-бромбут-1-ен
- ☐ c. образуется только 1-бромбут-2-ен
- ☐ d. 1-бромбут-2-ен; (S)-3-бромбут-1-ен
- ☐ e. 1-бромбут-2-ен; (S)-3-бромбут-1-ен, (R)-3-бромбут-1-ен

Вопрос 5

Пока нет ответа

Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Сульфохлорирование 2-метилбутана при УФ-облучении приводит к преимущественному образованию

- ☐ a.
- ☐ b.
- ☐ c.
- ☐ d.
- ☐ e.

Вопрос 6

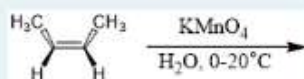
Пока нет ответа

Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Продуктом(-ами) нижеприведенной реакции является(-ются)



- ☐ a. пара диастереомеров
- ☐ b. 2,3-бутандиол (трео-ряд)
- ☐ c. только уксусная кислота
- ☐ d. 2,3-бутандиол (мезоформа)
- ☐ e. 2,3-бутандиол (эритро-ряд)

Вопрос 7

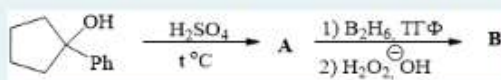
Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



- A Выберите...
- B Выберите...

Вопрос 8

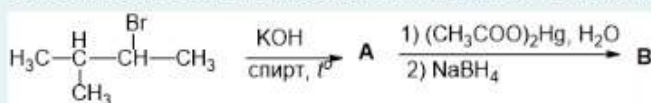
Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



- A Выберите...
- B Выберите...

Вопрос 9

Пока нет ответа

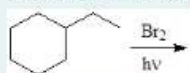
Балл: 1,20

Отметить вопрос

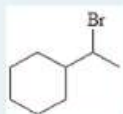


Редактировать вопрос

Выберите верные суждения о механизме следующей реакции:

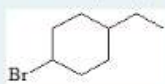


- ☐ a. Механизм реакции S_N нецепной с образованием преимущественно

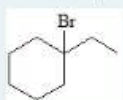


- ☐ b. При гомолитическом разрыве связи углерод-водород образуются углеводородный радикал и водород-радикал
- ☐ c. Механизм реакции S_N цепной с преимущественным образованием наиболее стабильного углеводородного радикала
- ☐ d. Механизм реакции S_N цепной с образованием радикала Br

- ☐ e. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



- ☐ f. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



Вопрос 10

Пока нет ответа

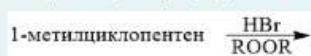
Балл: 1,20

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Выберите верные утверждения о механизме реакции:



- ☐ a. Бром присоединяется к наименее замещённому атому углероду при двойной связи
- ☐ b. Образуется наименее замещённый алкил радикал
- ☐ c. Промежуточная частица стабилизируется мезомерным эффектом
- ☐ d. Реакция инициируется образованием радикальных частиц
- ☐ e. Водород отщепляется от аллильного атома углерода

Вопрос 11

Пока нет ответа

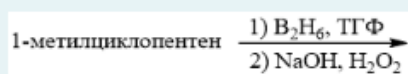
Балл: 1,20

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Выберите верные утверждения о механизме реакции:



- ☐ a. Образуется наименее замещённый спирт
- ☐ b. THF образует комплекс с бораном
- ☐ c. Бор взаимодействует и наиболее замещённым углеродом при двойной связи, а к наименее замещённому присоединяется гидроксид анион
- ☐ d. Комплекс алкена с ТГФ подвергается окислению перекисью водорода
- ☐ e. В результате взаимодействия диборана с алкеном образуется наиболее устойчивый алкил катион

Вопрос 12

Пока нет
ответа

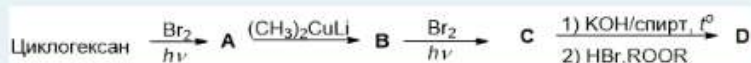
Балл: 2,00

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Заполните схему синтеза, соотнесите буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



A	Выберите...	⇅
B	Выберите...	⇅
C	Выберите...	⇅
D	Выберите...	⇅

Вопрос 13

Пока нет
ответа

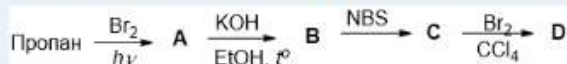
Балл: 2,00

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Заполните схему синтеза, соотнесите буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



A	Выберите...	⇅
B	Выберите...	⇅
C	Выберите...	⇅
D	Выберите...	⇅

Вопрос 14

Пока нет
ответа

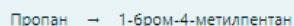
Балл: 2,00

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Осуществите превращение:



наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

- ☐ a.
 - 1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света
 - 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании
 - 3) Аллильным замещением в присутствии брома при температуре
 - 4) Взаимодействием полученного вещества с изопропилом лития
 - 5) С последующим электрофильным присоединением бромоводорода
- ☐ b.
 - 1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света
 - 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании
 - 3) Аллильным замещением в присутствии хлора при температуре
 - 4) Взаимодействием полученного вещества с 2-хлорпропаном в присутствии натрия
 - 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
- ☐ c.
 - 1) Бромированием на свету
 - 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с 1-бромпропаном в присутствии натрия
 - 3) Бромированием на свету
 - 4) Взаимодействием полученного вещества с гидроксидом калия в водном растворе при нагревании
 - 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
- ☐ d.
 - 1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света
 - 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с 2-бромпропаном в присутствии натрия
 - 3) Бромированием на свету
 - 4) Взаимодействием полученного вещества с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании
 - 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
- ☐ e.
 - 1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света
 - 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании
 - 3) Аллильным замещением в присутствии хлора при температуре
 - 4) Взаимодействием полученного вещества с изопропилом лития
 - 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси

Вопрос 15

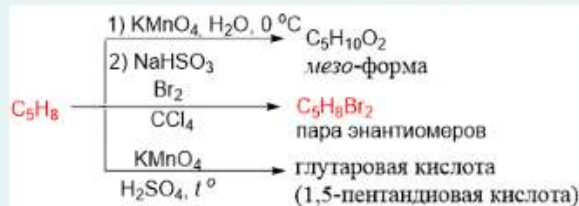
Пока нет
ответа

Балл: 1.50

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Установите строение соединений, выделенных красным цветом.

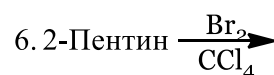
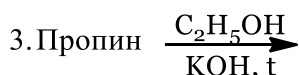
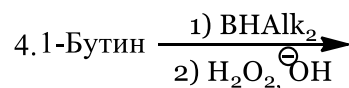
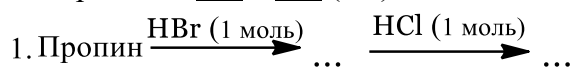


- ☐ а. (1R,2R)-1,2-дибромциклопентан, (1S,2S)-1,2-дибромциклопентан
- ☐ б. 1-метилциклобутен
- ☐ в. циклопентен
- ☐ г. этилциклопропен
- ☐ д. (R)-1,3-дибромпентан, (S)-1,3-дибромпентан
- ☐ е. (1R,2R)-1-метил-1,2-дибромциклобутан, (1S,2S)-1-метил-1,2-дибромциклобутан
- ☐ ж. (1R,2S)-1-метил-1,2-дибромциклобутан, (1S,2R)-1-метил-1,2-дибромциклобутан
- ☐ з. (1R,2S)-1,2-дибромциклопентан, (1S,2R)-1,2-дибромциклопентан

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов.

Вариант 1

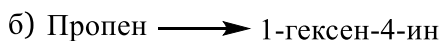
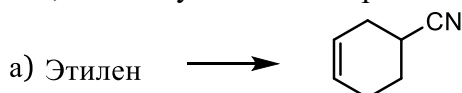
1. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения (3б.). Приведите механизмы реакций №5 и №6 (6б.).



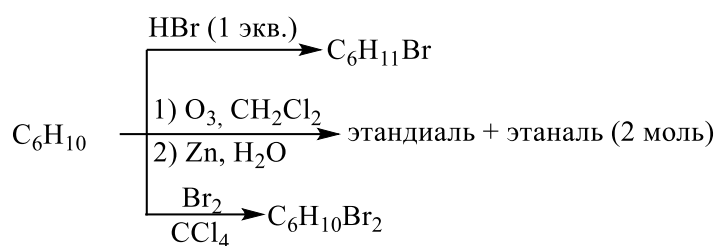
2. Напишите уравнение реакции. Какова конфигурация продукта реакции? Дайте объяснение направления реакции с позиции теории граничных орбиталей. Укажите стереохимический результат реакции. (2б.)



1. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (6б.).



4. Установите строение соединения и напишите все указанные реакции. (3б.)



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	9	2	6	3	20

Тестовый формат:

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

При дегидробромировании какого соединения преимущественно образуется бут-1-ин

- ☐ а. 2,3-дибромбутан
- ☐ б. 1,1-дибромбутан
- ☐ в. 2,3-дибромбут-1-ен
- ☐ г. 2,2-дибромбутан

Вопрос 2

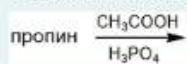
Пока нет ответа

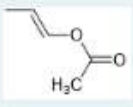
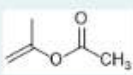
Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Продуктом нижеприведенной реакции является:



- ☐ а. 
- ☐ б. 
- ☐ в. 
- ☐ г. 
- ☐ д. 

Вопрос 3

Пока нет ответа

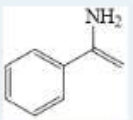
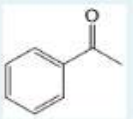
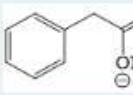
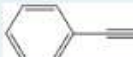
Балл: 0,50

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ а. 
- ☐ б. 
- ☐ в. 
- ☐ г. 

Вопрос 4

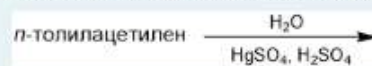
Пока нет
ответа

Балл: 0,50

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Продуктом нижеприведенной реакции является



- ☐ а.
- ☐ б.
- ☐ в.
- ☐ г.
- ☐ д.

Вопрос 5

Пока нет
ответа

Балл: 0,50

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Продуктом взаимодействия 2-бутина с 1 молем брома в четырёххлористом углероде является

- ☐ а. 2-бромбут-2-ен
- ☐ б. *цис*-2,3-дибромбут-2-ен
- ☐ в. 1,2-дибромбут-2-ен
- ☐ г. *транс*-2,3-дибромбут-2-ен
- ☐ д. 2,2,3,3-тетрабромбутан

Вопрос 6

Пока нет
ответа

Балл: 0,50

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Укажите основной(ые) продукт(ы) реакции



- ☐ а.
- ☐ б.  + 
- ☐ в.  + 
- ☐ г.  + 

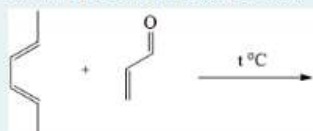
Вопрос 7
Пока нет ответа
Балл: 0,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Укажите все продукты озонлиза 1,6-диметил-1,3-циклогексадиена, с последующей обработкой озонида цинком в воде

- ☐ a. глиоксаль
- ☐ b. 3-метил-4-оксопентановая кислота
- ☐ c. 3,4-диметилгекс-2-еновая кислота
- ☐ d. 3-метил-4-оксопентаналь
- ☐ e. муравьиный альдегид (метаналь)
- ☐ f. щавелевая кислота (этандиовая кислота)

Вопрос 8
Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

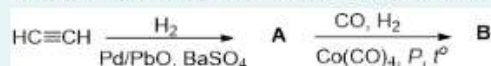
Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. транс-2,5-диметилциклогекс-3-ен-1-карбальдегид
- ☐ b. транс-2,5-диметилциклогекс-2-ен-1-карбальдегид
- ☐ c. цис-2,5-диметилциклогекс-2-ен-1-карбальдегид
- ☐ d. цис-2,5-диметилциклогекс-3-ен-1-карбальдегид

Вопрос 9
Пока нет ответа
Балл: 1,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



- A Выберите...
- B Выберите...

Вопрос 10
Пока нет ответа
Балл: 2,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

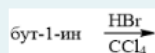
Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:

1,3-пентадиен + HBr

- ☐ a.
- ☐ b.
- ☐ c.
- ☐ d.
- ☐ e.
- ☐ f.
- ☐ g.

Вопрос **11**
Пока нет
ответа
Балл: 1.50
Отметить
вопрос
Редактировать
вопрос

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:



- ☐ a. Образующийся в результате протонирования карбокатион стабилизирован мезомерным эффектом
- ☐ b. Присоединение по тройной связи протекает легче, чем по двойной
- ☐ c. Радикал брома отщепляет атом водорода от углерода рядом с тройной связью
- ☐ d. Протон присоединяется к наименее замещённому атому углерода при тройной связи
- ☐ e. Образующийся в результате протонирования карбокатион стабилизирован индуктивным эффектом

Вопрос **12**
Пока нет
ответа
Балл: 1.50
Отметить
вопрос
Редактировать
вопрос

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:



- ☐ a. При понижении температуры реакция становится обратимой
- ☐ b. Промежуточный карбокатион подвержен изомерии в результате гидридного сдвига.
- ☐ c. При повышении температуры реакция становится обратимой
- ☐ d. При +60градС преобладающим продуктом является результат 1,4-присоединения
- ☐ e. Атака галогена идёт сразу по двум кратным связям

Вопрос **13**
Пока нет
ответа
Балл: 2.00
Отметить
вопрос
Редактировать
вопрос

Установите правильную последовательность превращений синтеза:

Пропен → бутаналь

наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

- ☐ a.
 - 1) Электрофильным присоединением брома
 - 2) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 3) Взаимодействием полученного соединения с амидом натрия в жидком аммиаке
 - 4) С последующим алкилированием бромметилом
 - 5) Взаимодействием продукта предыдущей стадии с диизоамилбораном и последующей обработкой перекисью в щелочном растворе
- ☐ b.
 - 1) Электрофильным присоединением брома
 - 2) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 3) Взаимодействием полученного алкина с амидом натрия в жидком аммиаке
 - 4) С последующим алкилированием бромметилом
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии солей ртути и кислоты
- ☐ c.
 - 1) Электрофильным присоединением брома
 - 2) Взаимодействием полученного соединения со водным раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 3) Взаимодействием полученного алкина с амидом натрия в жидком аммиаке
 - 4) С последующим алкилированием бромметилом
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии солей ртути и кислоты
- ☐ d.
 - 1) Электрофильным присоединением брома
 - 2) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 3) Взаимодействием полученного алкина с амидом натрия в жидком аммиаке
 - 4) С последующим алкилированием бромметилом
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии кислоты
- ☐ e.
 - 1) Электрофильным присоединением брома
 - 2) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 3) Взаимодействием полученного алкина с амидом натрия в жидком аммиаке
 - 4) С последующим алкилированием бромэтано
 - 5) Взаимодействием продукта предыдущей стадии с диизоамилбораном и последующей обработкой перекисью в щелочном растворе

Вопрос **14**
Пока нет ответа
Балл: 2,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями

карбид кальция $\xrightarrow{2\text{H}_2\text{O}}$ **A** $\xrightarrow{2\text{NaNH}_2}$ **B** $\xrightarrow{2\text{CH}_3\text{I}}$ **C** $\xrightarrow[\text{t}^\circ]{\text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HgSO}_4}$ **D**

A Выберите...

B Выберите...

C Выберите...

D Выберите...

Вопрос **15**
Пока нет ответа
Балл: 2,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями

Бутан $\xrightarrow[2) \text{KOH, спирт, t}^\circ]{1) \text{Br}_2, h\nu}$ **A** $\xrightarrow[2) \text{Al}_2\text{O}_3, \text{t}^\circ]{1.1) \text{OsO}_4, 1.2) \text{NaHSO}_3}$ **B** $\xrightarrow[\text{CCl}_4, 90^\circ\text{C}]{\text{Br}_2}$ **C** + **D**
основной минорный

A Выберите...

B Выберите...

C Выберите...

D Выберите...

Вопрос **16**
Пока нет ответа
Балл: 2,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Установите строение соединений, выделенных красным цветом.

$\text{C}_5\text{H}_8 \xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2} \text{C}_5\text{H}_8\text{Br}_2$

$\text{C}_5\text{H}_8 \xrightarrow[2) \text{Zn, H}_2\text{O}]{1) \text{O}_3, \text{CH}_2\text{Cl}_2} \text{глиоксаль (этандиаль) + этаналь + метаналь}$

$\text{C}_5\text{H}_8 \xrightarrow[\text{H}_2\text{C}=\text{CHNO}_2]{\text{H}_2\text{C}=\text{CHNO}_2} \text{C}_7\text{H}_{11}\text{NO}_2$

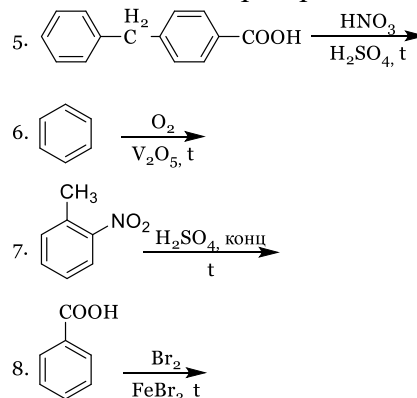
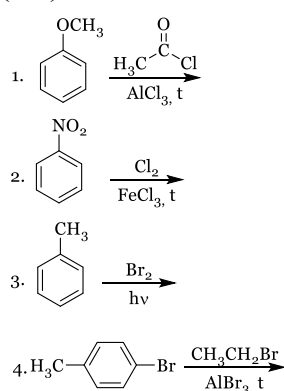
C_5H_8 Выберите...

$\text{C}_7\text{H}_{11}\text{NO}_2$ Выберите...

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 16 баллов.

Вариант 1

1. Напишите уравнения реакций. Назовите исходные соединения и продукты реакций (4б.). Для реакции №1 укажите электронные эффекты заместителя (1б.), приведите механизм (3б.) и объясните состав продуктов реакции с позиции теории резонанса (1б.).



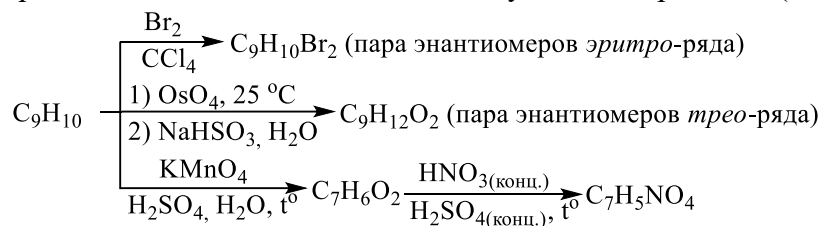
2. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (4,5б.).

а) Бензол и пропен $\longrightarrow$ (*n*-бромфенил)хлорметан

б) Бензол $\longrightarrow$ 4-хлор-3-нитробензойная кислота

в) Бензол и ацетилхлорид $\longrightarrow$ *m*-бромэтилбензол

3. Установите строение соединения и напишите все указанные реакции (2,5б.).



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	9	4,5	2,5	16

Тестовый формат:

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Определите ориентирующее влияние заместителей при электрофильном замещении в замещённых бензолах

-CONH₂ Выберите...

-Br Выберите...

-NHCOCH₃ Выберите...

-OCH₃ Выберите...

Вопрос 2

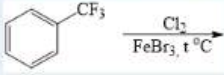
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



☐ а. *m*-хлортриформетилбензол
☐ б. *n*-хлортриформетилбензол
☐ в. *o*-хлортриформетилбензол
☐ г. хлордиформетилбензол

Вопрос 3

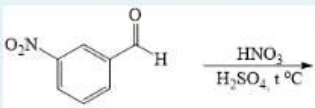
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



☐ а. 3,4-динитробензальдегид
☐ б. 3,6-динитробензальдегид
☐ в. 2,3-динитробензальдегид
☐ г. 3,5-динитробензальдегид

Вопрос 4

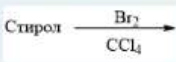
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



☐ а. 2-бромстирол
☐ б. 1,2-дибром-1-фенилэтан
☐ в. 3-бромстирол
☐ г. 4-бромстирол

Вопрос 5

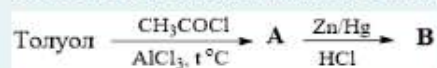
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



B Выберите...

A Выберите...

Вопрос 6

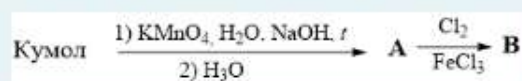
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A Выберите...

B Выберите...

Вопрос 7

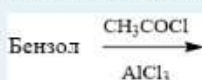
Пока нет ответа

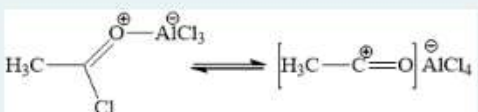
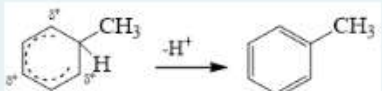
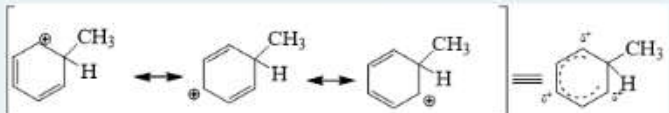
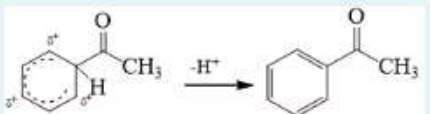
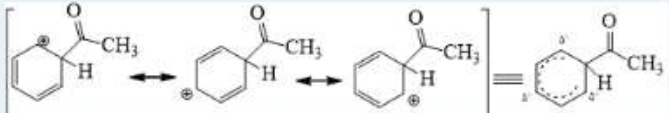
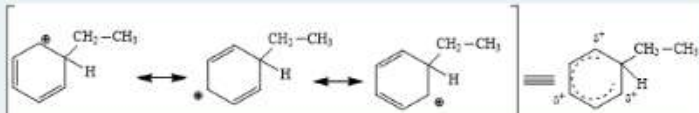
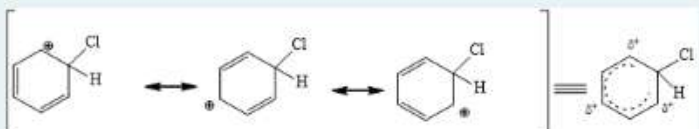
Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:



- ☐ a. 
- ☐ b. 
- ☐ c. 
- ☐ d. 
- ☐ e. 
- ☐ f. 
- ☐ g. 

Вопрос 8

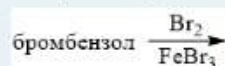
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:



- ☐ a. Бромбензол активируется комплексообразованием с кислотой Льюиса
- ☐ b. Атакующая частица образуется комплексообразованием галогена с кислотой Льюиса
- ☐ c. Температура проведения реакции влияет на соотношение продуктов
- ☐ d. Мета- положение наименее дезактивированное
- ☐ e. Орто-/пара- положения наиболее активированные

Вопрос 9

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите правильную последовательность превращений синтеза:

Ацетилен → 2-хлор-4-нитробензойная кислота

- ☐ a.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 3) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
 - 4) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
- ☐ b.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 3) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 4) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
 - 5) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
- ☐ c.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 3) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 4) Электрофильным замещением хлором в присутствии хлорида железа(III)
 - 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
- ☐ d.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
 - 3) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 4) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
 - 5) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
- ☐ e.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 3) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
 - 4) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 5) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа

Вопрос 10

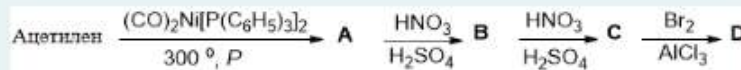
Пока нет ответа

Балл: 2,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A	Выберите...	⇅
B	Выберите...	⇅
C	Выберите...	⇅
D	Выберите...	⇅

Вопрос 11

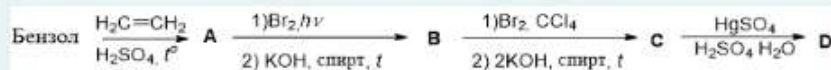
Пока нет ответа

Балл: 2,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A	Выберите...	⇅
B	Выберите...	⇅
C	Выберите...	⇅
D	Выберите...	⇅

Вопрос 12

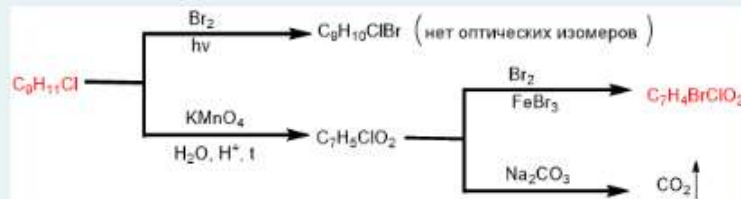
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

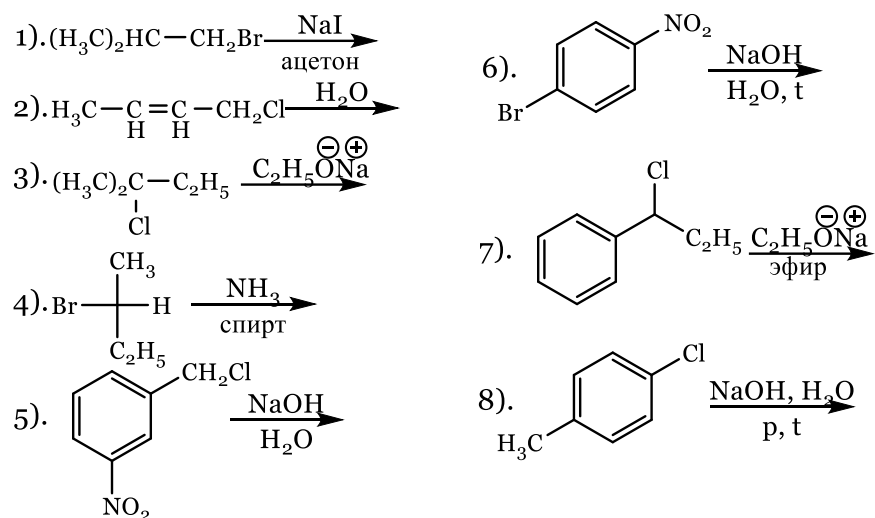
Установите строение соединений, выделенных красным цветом и установите соответствие с названием.



$\text{C}_7\text{H}_4\text{BrClO}_2$	Выберите...	⇅
$\text{C}_9\text{H}_{11}\text{Cl}$	Выберите...	⇅

Раздел 4. Примеры вопросов к самостоятельной работе № 3. Максимальная оценка – 6 баллов.

Закончите уравнения реакций с учётом стереохимического результата. Приведите механизм реакции 4.



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
Оценка, балл	0,5	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6

Тестовый формат:

Вопрос **1**

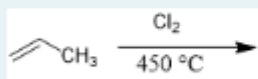
Пока нет ответа

Балл: 0,5

🚩 Отметить вопрос

⚙ Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



- ☐ а. 1,2-дихлорпропен
- ☐ б. 2-хлорпропен
- ☐ в. 1,3-дихлорпропен
- ☐ г. 1-хлорпропен
- ☐ д. 3-хлорпроп-1-ен

Вопрос **2**

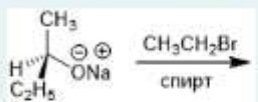
Пока нет ответа

Балл: 0,5

🚩 Отметить вопрос

⚙ Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



- ☐ а. (S)-этоксидбутан
- ☐ б. (R,S)-этоксидбутан
- ☐ в. (S)-2-бромбутан
- ☐ г. (R)-этоксидбутан
- ☐ д. (R)-2-бромбутан

Вопрос 3

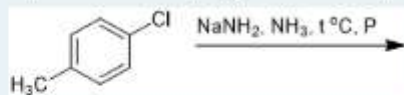
Пока нет ответа

Балл: 0,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Органическими продуктами нижеприведенного превращения являются:



- ☐ a. *o*-толуидин
- ☐ b. *m*-толуидин
- ☐ c. смесь *o*- и *p*-толуидинов
- ☐ d. *p*-толуидин
- ☐ e. смесь *m*- и *p*-толуидинов

Вопрос 4

Пока нет ответа

Балл: 1,3

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите **все правильные** фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма взаимодействия (*R*)-2-бромопентана с гидроксидом натрия в воде при небольшом нагревании

- ☐ a.
- ☐ b.
(*S*)-3-метилпентан-3-ол
- ☐ c.
(*R*)-3-метилпентан-3-ол
- ☐ d.
- ☐ e.
- ☐ f.
(*S*)-3-метилпентан-3-ол
- ☐ g.
- ☐ h.
(*R*)-3-метилпентан-3-ол

Вопрос 5

Пока нет ответа

Балл: 1,2

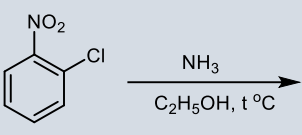
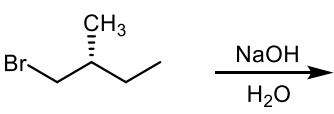
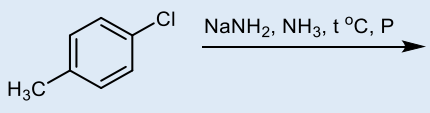
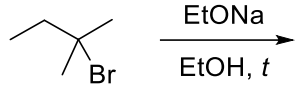
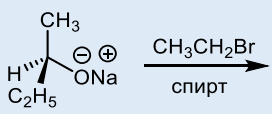
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между реакцией и предполагаемым типом механизма её протекания

4-Нитробромбензол	$\xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, t]{(\text{CH}_3)_2\text{NH}}$	Выберите...
1-Бром-1-фенилэтан	$\xrightarrow[\text{H}^\oplus]{\text{H}_2\text{O}}$	Выберите...
3-Нитробромбензол	$\xrightarrow[\text{NH}_3 (*), p, t]{\text{NaNH}_2}$	Выберите...
1-Бром-1-фенилэтан	$\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$	Выберите...
1-Бром-1-фенилэтан	$\xrightarrow[t\text{-BuOH}]{t\text{-BuOK}}$	Выберите...

Вопрос 5 (26)

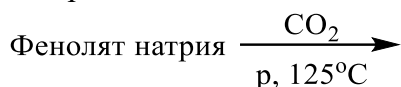
1		a	2-нитроанилин
		b	2-хлоранилин
		c	3-нитроанилин
		d	3-хлоранилин
2		a	(R)-2-метилбутан-1-ол
		b	(S)-2-метилбутан-1-ол
		c	(R,S)-2-метилбутан-1-ол
		d	(S)-2-метилбутан-2-ол
		e	(R)-2-метилбутан-2-ол
3		a	o-толуидин
		b	p-толуидин
		c	m-толуидин
		d	4-метиланилинийгидрохлорид
4			2-метилбут-1-ен
			2-метилбут-2-ен
			2-метил-2-этоксидутан
			2-метил-1-этоксидутан
5		a	(R,S)-этоксидутан
		b	(R)-2-бромбутан
		c	(R)-этоксидутан
		d	(S)-2-бромбутан
		e	(S)-этоксидутан

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 17 баллов.

I. Напишите реакции. Назовите полученные соединения

- 1) 2-Метил-2-хлорбутан $\xrightarrow[\text{НСООН, } t^{\circ}\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$
- 2) 4-Метилбензолсульфоновая кислота $\xrightarrow[2) \text{HCl}]{1) 3 \text{ KOH, } 320^{\circ}\text{C}}$
- 3) *цис*-4-*трет*.Бутилциклогексанол $\xrightarrow[2) (\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2]{1) \text{K}}$
- 4) *n*-Крезол $\xrightarrow[2) \text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{Cl}]{1) \text{NaOH, H}_2\text{O}}$
- 5) (*R*)-2-Пентанол $\xrightarrow[\text{пиридин}]{\text{SOCl}_2}$
- 6) Фенол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, 5^{\circ}\text{C}]{\text{NaNO}_2} \dots \xrightarrow{\text{HNO}_3 (\text{разб.})}$
- 7) Метилфениловый эфир $\xrightarrow[t^{\circ}\text{C}]{\text{HBr}}$
- 8) Изобутанол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^{\circ}\text{C}]{(S)\text{-CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-COOH}}$

II. Приведите механизмы следующих реакций.



III. Осуществите следующие превращения.

- 1) Бензол и 1-бутен $\longrightarrow$ 2-Фенил-2-бутанол
- 2) (*R*)-2-Пентанол $\longrightarrow$ (*S*)-2-Нитропентан
- 3) Йодбензол $\longrightarrow$ 4-Нитроэтоксibenзол

IV. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции.



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	4	4	6	3	17

Тестовый формат:

1-3) Метиленциклогексан $\longrightarrow$

2-метиленциклогексанкарбонитрил

наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов (16))

Номер ответа	Ответ
	1) Взаимодействие с бромоводородом в присутствии пероксида; 2) Кипячение в спиртовом растворе гидроксида калия; 3) Взаимодействие с бромоводородом в присутствии перекиси; 4) Нагревание с цианидом натрия в диметилсульфоксиде.
	1) Взаимодействие с бромоводородом в слабополярном растворителе; 2) Кипячение в спиртовом растворе гидроксида калия; 3) Взаимодействие с бромоводородом в присутствии перекиси; 4) Нагревание с цианидом натрия в диметилсульфоксиде.
	1) Взаимодействие с бромоводородом в слабополярном растворителе; 2) Кипячение в водном растворе гидроксида натрия; 3) Взаимодействие с бромоводородом в присутствии перекиси; 4) Нагревание с цианидом натрия в диметилсульфоксиде.

	1) Взаимодействие с бромоводородом в слабополярном растворителе; 2) Кипячение в спиртовом растворе гидроксида калия; 3) Взаимодействие с бромоводородом в присутствии перекиси; 4) Нагревание с цианидом натрия в воде.
	1) Взаимодействие с бромоводородом в слабополярном растворителе; 2) Кипячение в спиртовом растворе гидроксида кальция; 3) Взаимодействие с бромоводородом в присутствии перекиси; 4) Нагревание с цианидом натрия в диметилсульфоксиде.

Вопрос 4

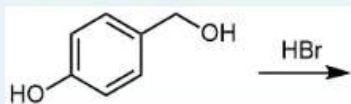
Пока нет ответа

Балл: 0,8

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1-бром-4-(бромметил)бензол
- ☐ 4-(бромметил)фенол
- ☐ 4-(бромфенил)метанол
- ☐ 4-(дибромметил)фенол
- ☐ 2-бром-4-(бромметил)фенол

Вопрос 5

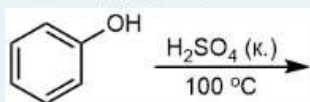
Пока нет ответа

Балл: 0,8

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 3-гидроксибензолсульфокислота
- ☐ 4-гидроксибензолсульфокислота
- ☐ бензолсульфокислота
- ☐ смесь 2- и 4-гидроксибензолсульфокислот
- ☐ 2-гидроксибензолсульфокислота

Вопрос 6

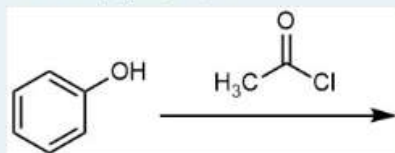
Пока нет
ответа

Балл: 0,8

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ этилбензоат
- ☐ этоксибензол
- ☐ фенилацетат
- ☐ 1-(4-гидроксифенил)этан-1-он
- ☐ 1-(2-гидроксифенил)этан-1-он

Вопрос 7

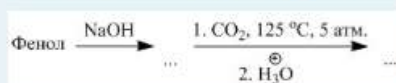
Пока нет
ответа

Балл: 1,4

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 4-Гидроксibenзойная кислота
- ☐ 3-Гидроксibenзойная кислота
- ☐ Фенолят натрия
- ☐ Бензойная кислота
- ☐ 2-Гидроксibenзойная кислота

Вопрос 8

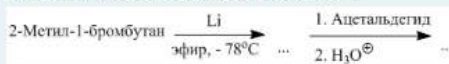
Пока нет
ответа

Балл: 1,4

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 2-Метилбутен
- ☐ 2-Метилбутиллитий
- ☐ 4-Метилгексен-2
- ☐ 3-Метилгексанол-2
- ☐ 4-Метилгексанол-2

Вопрос 9

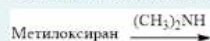
Пока нет
ответа

Балл: 1,4

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Выберите **все верные** утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Атака нуклеофила происходит, как «син»-атака с пространственно незатруднённой стороны электрофильного центра
- ☐ Скоростелимитирующая стадия реакции – это атака нуклеофила по электрофильному центру (наиболее замещённому атому углерода)
- ☐ Диметиламин является сильным нуклеофилом
- ☐ Скоростелимитирующая стадия реакции – это атака нуклеофила по электрофильному центру (по активированному атому кислорода)
- ☐ Диметиламин является слабым нуклеофилом
- ☐ Скоростелимитирующая стадия реакции – это атака нуклеофила по электрофильному центру (наименее замещённому атому углерода)
- ☐ Атака нуклеофила происходит, как «анти»-атака с пространственно незатруднённой стороны электрофильного центра

Вопрос 10

Пока нет
ответа

Балл: 1,5

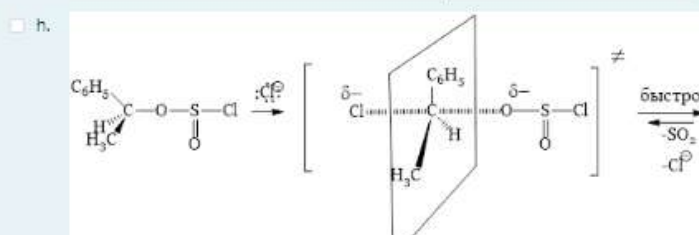
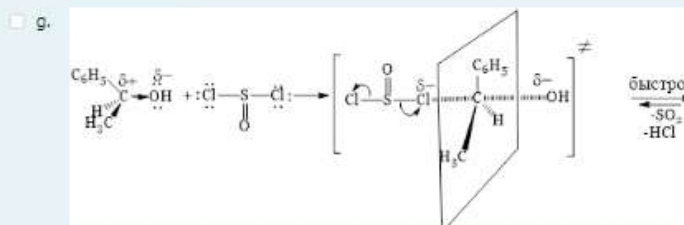
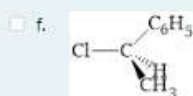
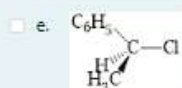
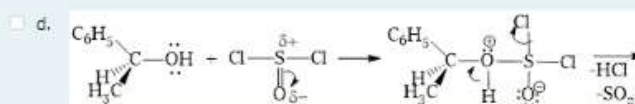
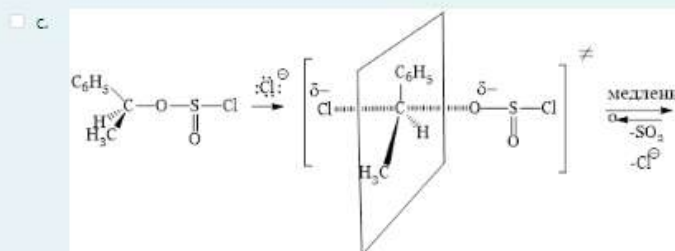
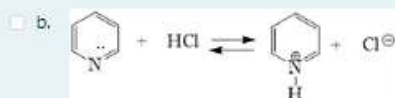
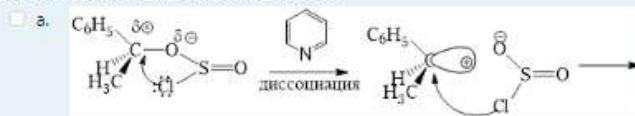
Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Укажите **все правильные** фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



Выберите один или несколько ответов:



Вопрос 11
Пока нет ответа
Балл: 1.5
Оценить вопрос
Редактировать вопрос

Установите соответствие между реакцией и предполагаемым механизмом её протекания

Этилнат натрия + бутилбромид	Выберите...
Алилхлорид + этанол	Выберите...
4-Хлоранизол $\xrightarrow[\text{EtOH, } \mu, t^\circ]{\text{EtONa}}$	Выберите...
4-Хлорнитробензол $\xrightarrow[\text{EtOH, } t^\circ]{\text{EtONa}}$	Выберите...
3-Нитроанизол + oleum	Выберите...

Вопрос 12
Пока нет ответа
Балл: 1.5
Оценить вопрос
Редактировать вопрос

Укажите правильную последовательность стадий, позволяющую осуществить указанное превращение наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов и с минимальным числом стадий)

Пропан-1-ол $\rightarrow$ пропан-1-ол

Выберите один ответ:

- 1) Бромированием исходного алкана при облучении
- 2) Дегидробромированием в щелочно-спиртовом растворе при кипячении соединения, полученного на предыдущей стадии
- 3) Гидробромированием соединения, полученного на предыдущей стадии с последующим восстановлением полученного триалкилборана
- 1) Бромированием исходного алкана при облучении с последующей обработкой спиртовым раствором гидроксида натрия при нагревании
- 2) Добавлением бромоводорода с перекисным эффектом Хараша
- 3) Кипячением полученного на предыдущей стадии соединения в водноспиртовом растворе щелочи
- 1) Бромированием исходного алкана при облучении в присутствии перекиси
- 2) Дегидробромированием в щелочно-спиртовом растворе при кипячении соединения, полученного на предыдущей стадии
- 3) Гидробромированием продукта предыдущей стадии с последующим восстановлением полученного триалкилборана
- 1) Бромированием исходного алкана при облучении
- 2) Дегидробромированием в щелочно-спиртовом растворе при кипячении соединения, полученного на предыдущей стадии
- 3) Окислительным разрывом алкана с последующим димеризованием полученного гидрокарбионидного

Вопрос 13
Пока нет ответа
Балл: 1.5
Оценить вопрос
Редактировать вопрос

Распределите соединения таким образом, чтобы получилась верная схема синтеза.

Вопрос 14
Пока нет ответа
Балл: 1.0
Оценить вопрос
Редактировать вопрос

Определите выделенные красным соединения

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O} \xrightarrow[2) \text{H}_3\text{O}^+]{1) \text{nBuLi}} \text{C}_5\text{H}_8\text{O}$
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} \xrightarrow[\text{HCl}]{\text{Zn(Hg)}} \text{C}_3\text{H}_8 \xrightarrow[2) \text{KOH, спирт, t}]{1) \text{Br}_2, \text{hv}} \text{C}_3\text{H}_6 \xrightarrow[\text{DCM}]{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{t}} \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_4 \xrightarrow[\text{H}^+]{\text{H}_2\text{O}} \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$

Выберите один ответ:

- циклогексанон; трансциклопентан-1,2-диол
- 3-метилденбутан-1-ол; транс-2-метилциклобутанол
- 2-метилденбутан-1-ол; транс-2-метилциклобутанол
- бут-3-ен-1-ол; циклопентан-1,2-диол

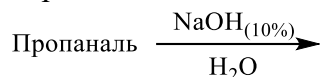
Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 20 баллов.

I. Напишите реакции, назовите полученные соединения.



2. Ацетофенон $\xrightarrow[\text{NaOH, H}_2\text{O}]{3 \text{ I}_2}$
3. 3-Метилбензальдегид $\xrightarrow[\text{CH}_3\text{COONa, } t^\circ]{(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}}$
4. Этаналь $\xrightarrow[\text{OH}^-]{\text{HCN}}$
6. Ацетон $\xrightarrow[\text{спирт, } t^\circ\text{C}]{\text{NaBH}_4}$
7. Пропионовая кислота $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$
8. Циклопентанон $\xrightarrow[\text{NH}]{\text{MVK}}$

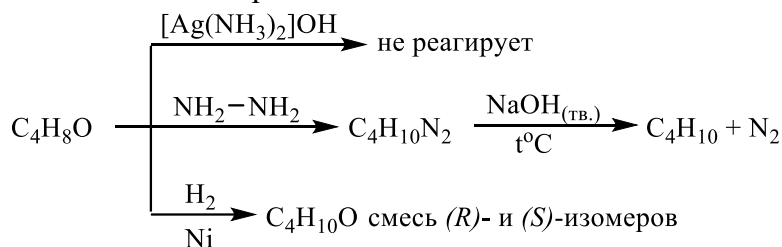
II. Приведите механизм следующей реакции .



III. Осуществите следующие превращения.

1. Этилен $\longrightarrow$ Масляная кислота
2. Бензальдегид и пропен $\longrightarrow$ 1-(5-метилциклогекс-2-ен-1-ил)бензол

IV. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции



№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	4	3	8	5	20

Тестовый формат:

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:

Выберите один ответ:

- ☐ бутан-2-ол
- ☐ 2-метилгексан
- ☐ 3-метилгекс-3-ен
- ☐ 3-метилпент-2-ен
- ☐ 3-метилгексан

Вопрос 2

Пока нет
ответа

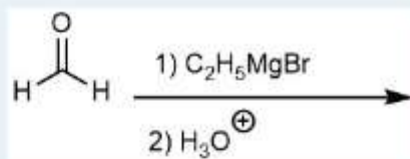
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ пропан-2-ол
- ☐ пропаналь
- ☐ пропан-1-ол
- ☐ этан
- ☐ этанол

Вопрос 3

Пока нет
ответа

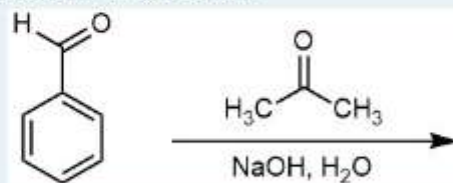
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1-фенилбутан-1,3-дион
- ☐ 4-фенилбут-3-ен-2-он
- ☐ ацетофенон
- ☐ 4-ацетилбензальдегид
- ☐ 4-фенилбутан-2-он

Вопрос 4

Пока нет
ответа

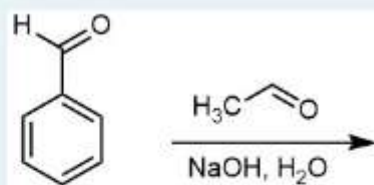
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 2-гидрокси-3-фенилакриловый альдегид
- ☐ 4-ацетилбензальдегид
- ☐ 4-оксо-4-фенилбут-2-еналь
- ☐ 2-ацетилбензальдегид
- ☐ 3-фенилпропеналь

Вопрос 5

Пока нет
ответа

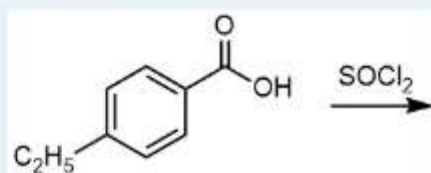
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ p-этилхлорбензол
- ☐ 4-этилбензиловый спирт
- ☐ 4-этилбензоилхлорид
- ☐ этил 4-этилбензоат
- ☐ 3-хлор-3-этилбензойная кислота

Вопрос 6

Пока нет
ответа

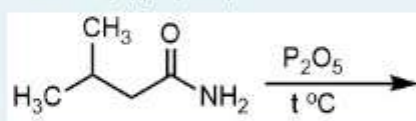
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 3-метилбутаннитрил
- ☐ 4-метилпентаннитрил
- ☐ 3-метилбутановая кислота
- ☐ 3-метилбутановый ангидрид
- ☐ 3-метилбутан-1-амин

Вопрос 7

Пока нет ответа

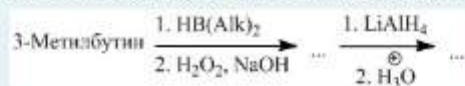
Балл: 1,0

⚑ Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 2-Метилбутан
- ☐ 3-Метилбутанол-1
- ☐ 3-Метилбутанон
- ☐ 3-Метилбутаналь
- ☐ 3-Метилбутанол-2

Вопрос 8

Пока нет ответа

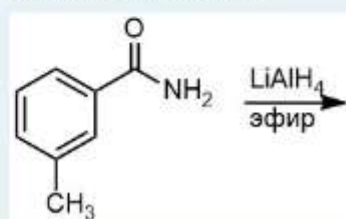
Балл: 1,0

⚑ Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ м-метиланилин
- ☐ м-метилбензиловый спирт
- ☐ м-метилметоксибензол
- ☐ м-толилметанамин
- ☐ м-метилбензойная кислота

Вопрос 9

Пока нет ответа

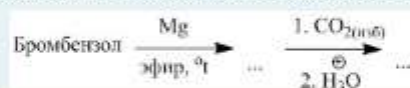
Балл: 1,0

⚑ Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите структуру веществ каждого превращения:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Фенол
- ☐ Бензилмагния бромид
- ☐ Фенилмагни бромид
- ☐ Бензол
- ☐ Бензойная кислота

Вопрос 10

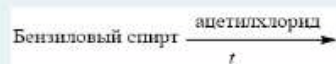
Пока нет ответа

Балл: 1,0

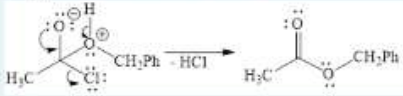
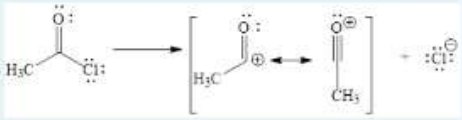
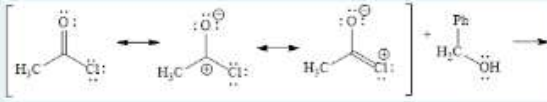
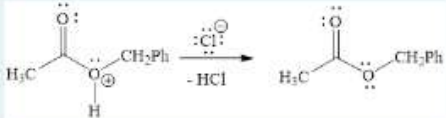
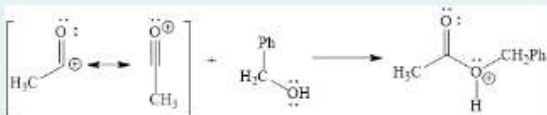
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите **все правильные** фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ a. 
- ☐ b. 
- ☐ c. 
- ☐ d. 
- ☐ e. 

Вопрос 11

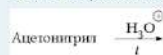
Пока нет ответа

Балл: 1,0

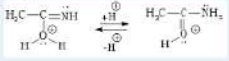
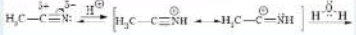
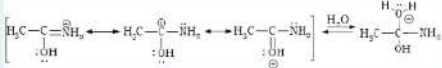
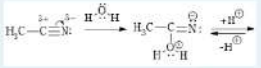
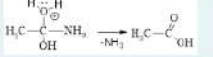
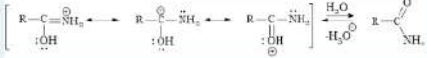
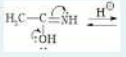
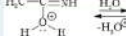
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите **все правильные** фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ a. 
- ☐ b. 
- ☐ c. 
- ☐ d. 
- ☐ e. 
- ☐ f. 
- ☐ g. 
- ☐ h. 

Вопрос 12

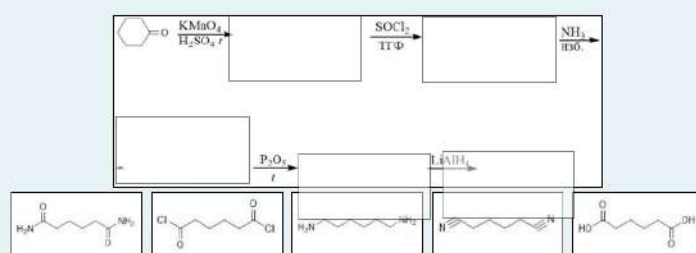
Пока нет ответа

Балл: 2,0

Отметить вопрос

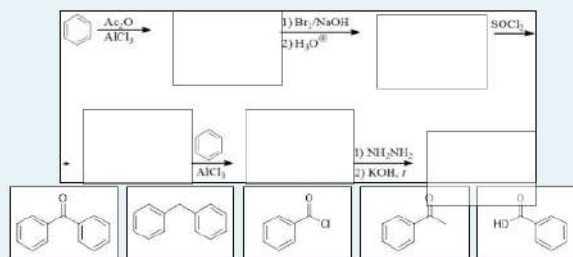
Редактировать вопрос

Распределите соединения таким образом, чтобы получилась верная схема синтеза.



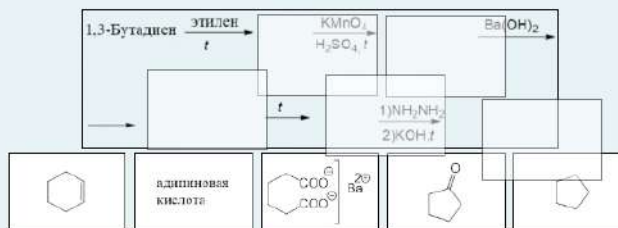
Вопрос 13
Пока нет ответа
Балл: 2,0
Оценить вопрос
Редизайнировать вопрос

Распределите соединения таким образом, чтобы получилась верная схема синтеза.



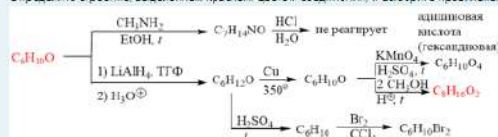
Вопрос 14
Пока нет ответа
Балл: 3,0
Оценить вопрос
Редизайнировать вопрос

Распределите соединения таким образом, чтобы получилась верная схема синтеза.



Вопрос 15
Пока нет ответа
Балл: 2,0
Оценить вопрос
Редизайнировать вопрос

Определите строение, выделенных красным цветом, соединений, и выберите правильный ответ с их названиями.

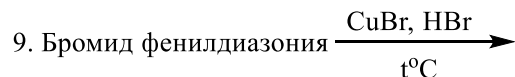
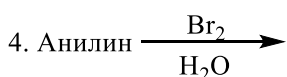
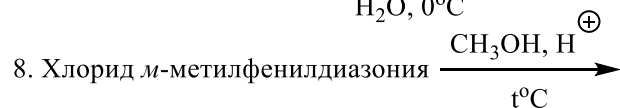
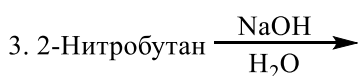
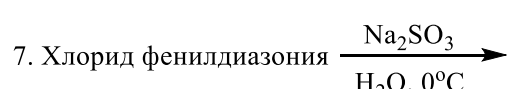
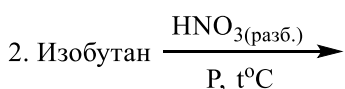
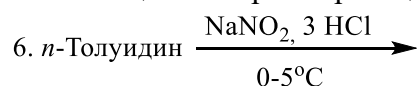
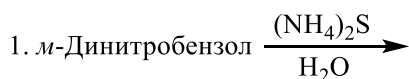


Выберите один ответ:

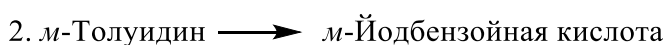
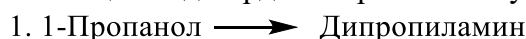
- ☐ оксид 3-метилциклопентана; 1,2-диметокси-3-метилциклопентан
- ☐ 2-метилциклопентанол; 2-метил-1,1-диметоксициклопентан
- ☐ циклогексанон; 2-метилциклогексанкарбоновая кислота
- ☒ оксид циклогексана; 1,1-диметоксициклогексан

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 17 баллов.

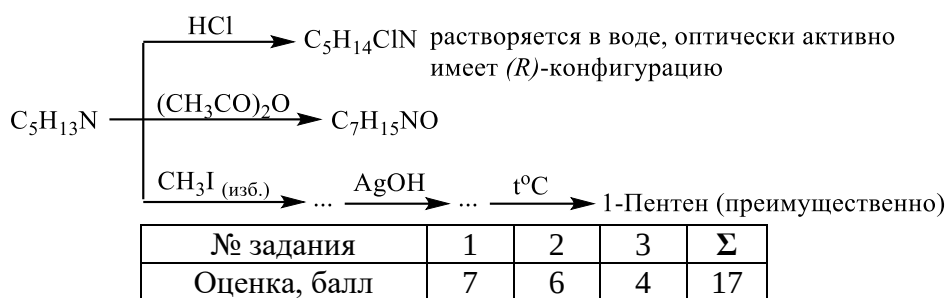
I. Напишите реакции, назовите полученные соединения. Приведите механизм реакции № 6, объясните влияние заместителя в бензольном кольце на скорость реакции.



II. Осуществите следующие превращения. Предложите химические реакции, позволяющие подтвердить строение полученных соединений



III. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции



Тестовый формат:

Вопрос **1**

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1. (*S*)-2-Нитробутан
- ☐ 2. (*R*)-2-Нитробутан
- ☐ 3. (*R,S*) 2-Нитробутан
- ☐ 4. (*Z*)-2-Бутен
- ☐ 5. (*E*)-2-Бутен

Вопрос **2**

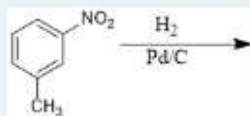
Пока нет ответа

Балл: 1,0

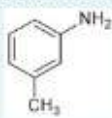
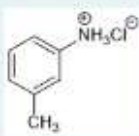
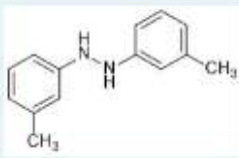
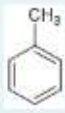
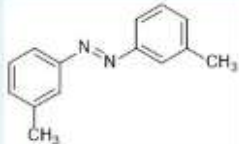
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Основным продуктом нижеприведенной реакции является:



Выберите один ответ:

- ☐ 1. 
- ☐ 2. 
- ☐ 3. 
- ☐ 4. 
- ☐ 5. 

Вопрос 3

Пока нет
ответа

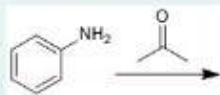
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



✎ Редактировать
вопрос

Основные продукты реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1.
CC(C)=Nc1ccccc1
- ☐ 2.
CN(C)c1ccccc1
- ☐ 3.
CC(C)Nc1ccccc1
- ☐ 4.
CC(C)c1ccc(N)cc1
- ☐ 5.
CC(=O)c1ccc(N)cc1

Вопрос 4

Пока нет
ответа

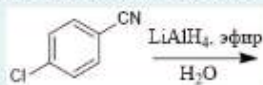
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



✎ Редактировать
вопрос

Основные продукты реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1. *n*-хлорбензиламин
- ☐ 2. *n*-хлоранилин
- ☐ 3. *n*-хлорбензол
- ☐ 4. нитрил бензойной кислоты
- ☐ 5. бензиламин

Вопрос 5

Пока нет
ответа

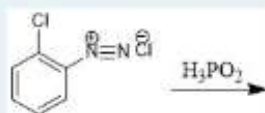
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



✎ Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1. хлорбензол
- ☐ 2. *o*-дихлорбензол
- ☐ 3. бензилхлорид
- ☐ 4. бензол
- ☐ 5. *m*-дихлорбензол

Вопрос 6

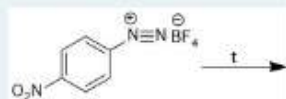
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

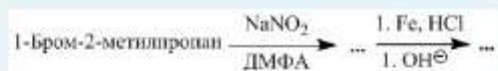
Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1. *p*-нитрофторбензол
- ☐ 2. нитробензол
- ☐ 3. *p*-нитроанилин
- ☐ 4. фторбензол

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 1. 2-Метил-1-нитропропан
- ☐ 2. 2-Метилпропанамин
- ☐ 3. 2,2-Диметилэтанамин
- ☐ 4. Изобутилнитрит
- ☐ 5. 2-Метилпропан

Вопрос 7

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 1.
- ☐ 2. Этил-2-аминоацетат
- ☐ 3. Этил-2-нитроацетат
- ☐ 4.
- ☐ 5. Этил-2-нитроацетат

Вопрос 8

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Вопрос 9

Пока нет ответа

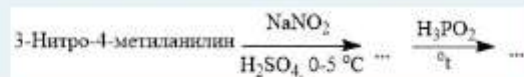
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 1. Гидросульфат 3-нитро-4-метилфенилдиазония
- ☐ 2. o-Нитротолуол
- ☐ 3. п-Метиланилин
- ☐ 4. 3-Нитро-4-метилфенол
- ☐ 5. 3-Нитро-4-метилфенилгидразин

Вопрос 10

Пока нет ответа

Балл: 2,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Переходное состояние, объясняющее образование продукта, может быть представлено следующим образом:



Выберите один ответ:

- ☐ 1. $\left[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2^+ \cdots \text{CH}_3 \cdots \text{I}^- \right]^\ddagger$
- ☐ 2. $\left[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2^- \cdots \text{CH}_3 \cdots \text{I}^+ \right]^\ddagger$
- ☐ 3. $\left[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2^+ \cdots \text{CH}_3 \cdots \text{I}^- \right]^\ddagger$
- ☐ 4. $\left[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2^- \cdots \text{CH}_3 \cdots \text{I}^+ \right]^\ddagger$

Вопрос 11

Пока нет ответа

Балл: 2,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

В процессе взаимодействия бутиламина с азотистой кислотой образуется следующая частица:

Выберите один ответ:

- ☐ a. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2^+$
- ☐ b. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2^-$
- ☐ c. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$
- ☐ d. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2^+$

Вопрос: 12

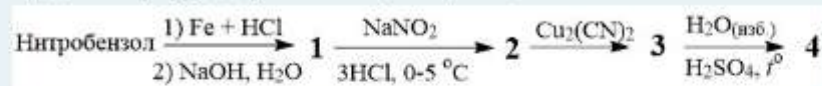
Пока нет
ответа

Балл: 2,0

Отметить
вопрос

Редигировать
вопрос

Определите структуру продуктов на каждой стадии в цепочке:



1	Выберите...	↕
2	Выберите...	↕
3	Выберите...	↕
4	Выберите...	↕

Вопрос: 13

Пока нет
ответа

Балл: 2,0

Отметить
вопрос

Редигировать
вопрос

Осуществите превращение



Выберите один ответ:

- ☐ а) $\text{NaNO}_2, \text{H}_2\text{SO}_4, 0-5^\circ\text{C}$
 б) метанол в кислой среде, t°
 в) водный раствор KMnO_4 в нейтральной среде, t°
 г) $\text{HCl}_{(\text{водн.})}$
- ☐ а) водный раствор KMnO_4 в кислой среде, t°
 б) $\text{NaNO}_2, \text{H}_2\text{SO}_4, 0-5^\circ\text{C}$
 в) метанол в кислой среде, t°
- ☐ а) $\text{NaNO}_2, \text{H}_2\text{SO}_4, 0-5^\circ\text{C}$
 б) нагревание полученного раствора
 в) водный раствор KMnO_4 в кислой среде, t°
 г) $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$
- ☐ а) $\text{NaNO}_2, \text{H}_2\text{SO}_4, 0-5^\circ\text{C}$
 б) нагревание полученного раствора
 в) $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$

Вопрос: 14

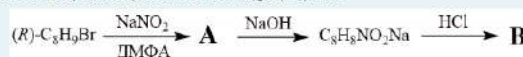
Пока нет
ответа

Балл: 2,0

Отметить
вопрос

Редигировать
вопрос

Установите строение вещества А и В согласно следующим данным:



А	Выберите...	↕
В	Выберите...	↕

Вопрос: 15

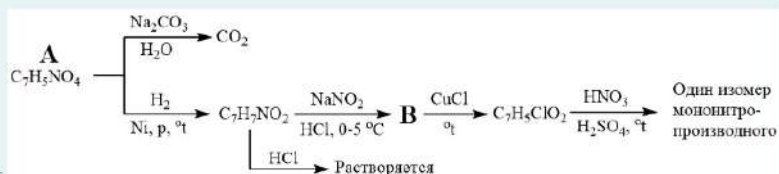
Пока нет
ответа

Балл: 1,0

Отметить
вопрос

Редигировать
вопрос

Установите строение вещества А и В согласно следующим данным:



А	Выберите...	↕
В	Выберите...	↕

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 и 4 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за *экзамен* (3 и 4 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Экзамен по дисциплине «*Органическая химия*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины.

Вопрос №1.

Задание: закончите уравнения реакций, дайте названия полученным соединениям, для продуктов реакций, обозначенных * приведите стереохимический результат.

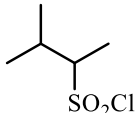
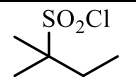
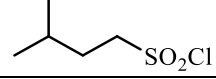
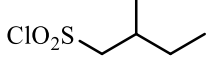
1. Пропан $\xrightarrow[h\nu]{\text{SO}_2, \text{Cl}_2}$
2. Изобутан $\xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2}$
- 3.* Бутан $\xrightarrow[h\nu]{\text{SO}_2, \text{Cl}_2}$
- 4.* Циклопентен $\xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2}$
5. 1,3-Дибромпропан $\xrightarrow[\text{спирт, } t^\circ\text{C}]{\text{Zn}}$
- 6.* Циклогексен $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O, } 0^\circ\text{C}]{\text{KMnO}_4}$
- 7.* Метилциклопропан $\xrightarrow{\text{HBr}}$
8. Этилциклопропан $\xrightarrow{\text{HCl}}$
9. Метилциклопентан $\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}$

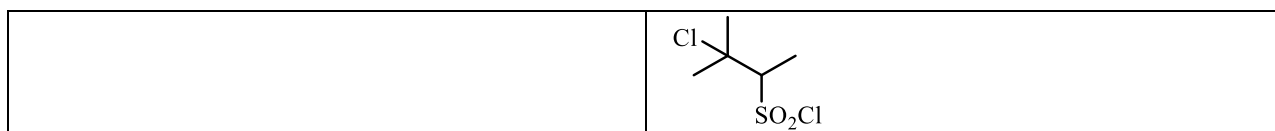
Тестовый формат:

1. При свободнорадикальном бромировании 2-метилбутана основным органическим продуктом реакции является

+	2-бром-2-метилбутан
	2-бром-3-метилбутан
	1-бром-3-метилбутан
	1-бромпентан
	1-бром-2-метилбутан

2. Сульфохлорирование 2-метилбутана при УФ-облучении приводит к преимущественному образованию

+	
	
	
	



3. При монобромировании 2,5-диметилгексана преимущественно образуется

+	2-бром-2,5-диметилгексан
	1-бром-2,5-диметилгексан
	3-бром-2,5-диметилгексан
	2,5-дибром-2,5-диметилгексан
	1,6-дибром-2,5-диметилгексан

4. При монобромировании изобутана преимущественно образуется

+	2-бром-2-метилпропан
	2-бромбутан
	1-бром-2-метилпропан
	1-бромбутан
	1,2-дибром-2-метилпропан

5. Укажите основные продукты реакций

Варианты ответов:	
+	<i>цис</i> -2-фенил-3-этилоксиран
+	(<i>Z</i>)-1-фенилбут-1-ен
	(<i>E</i>)-1-фенилбут-1-ен
	<i>транс</i> -2-фенил-3-этилоксиран
	1-фенилбутан-1,2-диол
	безальдегид и пропаналь

6. Укажите основные продукты реакций

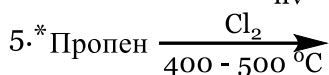
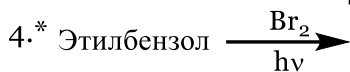
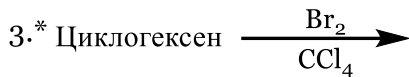
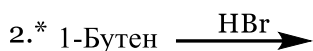
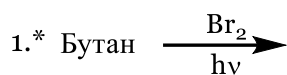
1-фенилпент-2-ин $\xrightarrow[\text{NH}_3 \text{ (жидк.)}]{\text{Na}}$... $\xrightarrow[2) \text{ NaHSO}_3, \text{ H}_2\text{O}]{1) \text{ OsO}_4, \text{ Py}, 25^\circ \text{C}}$	
Варианты ответов:	
+	1-фенилпентан-2,3-диол (пара энантиомеров <i>трео</i> -ряда)
+	<i>транс</i> -1-фенилпент-2-ен
	1-фенилпентан-2,3-диол (пара энантиомеров <i>эритро</i> -ряда)
	1-фенилпентан-2,3-диол (диастереомеры)
	<i>цис</i> -1-фенилпент-2-ен
	пентилбензол

Вопрос №2.

Задание:

- напишите механизмы реакций, для реакций обозначенных * приведите стереохимический результат;
- для реакций обозначенных ** приведите энергетическую диаграмму,

- объясните влияние температуры на количественное соотношение продуктов реакции;
- для реакций обозначенных *** с точки зрения теории резонанса объясните направление реакции.



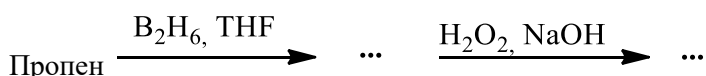
Тестовый формат:

1. Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:

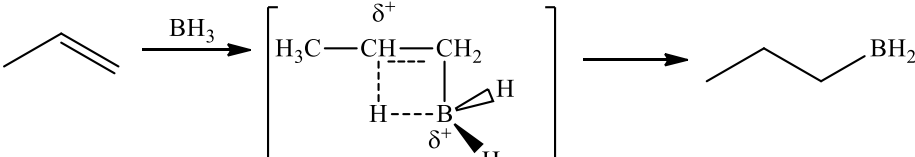
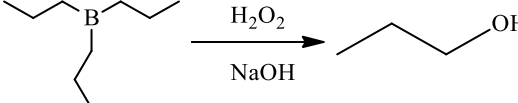
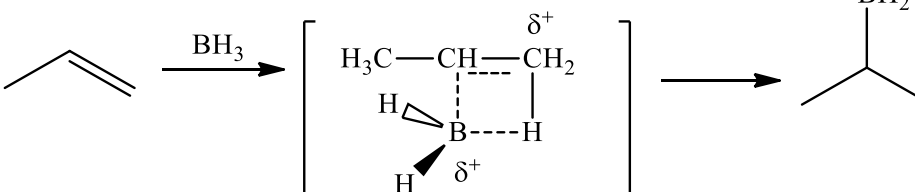
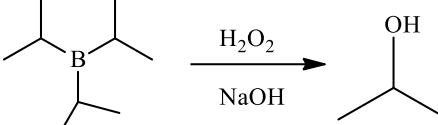
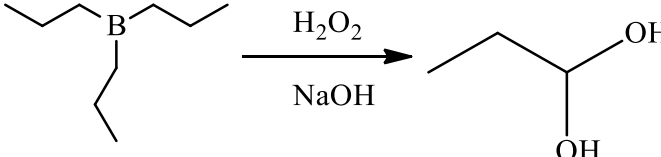
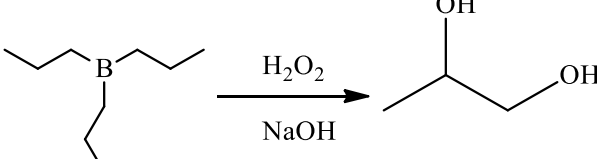
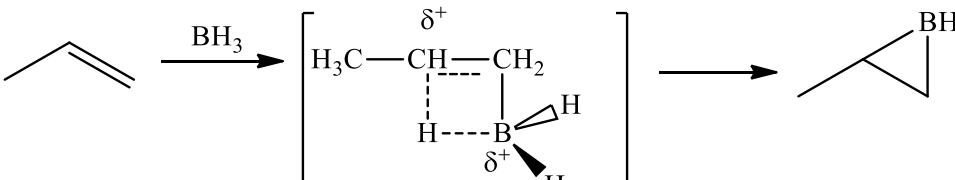


Номер ответа	Ответ
+	
+	

2. Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:



Номер ответа	Ответ

+	
+	
	
	
	
	
	

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:

бромбензол $\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}$ бромбензол $\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}$	
+	Атакующая частица образуется комплексообразованием галогена с кислотой Льюиса
+	Орто-/пара- положения наиболее активированные
	Мета- положение наименее дезактивированное
	Бромбензол активируется комплексообразованием с кислотой Льюиса
	Температура проведения реакции влияет на соотношение продуктов

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:

фенетол $\xrightarrow[t^0]{\text{H}_2\text{SO}_4}$ (этоксibenзол)	
+	Атака в орто-положение пространственно затруднена

+	Атакующей частицей является серный ангидрид
	Проведение реакции при температуре 100 град С приводит к образованию орто-замещённого как основного продукта
	На первом этапе происходит протонирование фенола
	Реакция протекает в направлении мета-замещения, как менее дезактивированного

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:

кумол (изопропилбензол) $\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{CH}_3\text{COCl}}$	
+	Требуется избыток хлорида алюминия не менее 10%
+	Из-за стерического фактора в качестве основного продукта реакции образуется пара-производное
	Реакция сопровождается образованием полиацил производных
	Образование электрофильной частицы сопровождается перегруппировкой с образованием более устойчивого катиона
	Избыток катализатора осложняет протекание реакции

Вопрос №3.

Задание: осуществите превращения, используя только неорганические реагенты.

1. Пропан $\longrightarrow$ ацетон
2. Этилен $\longrightarrow$ 3-гексин
3. 2-Бутен $\longrightarrow$ эритро-2,3-бутандиол
4. Этилен $\longrightarrow$ хлоропрен (2-хлор-1,3-бутадиен)

Тестовый формат:

1. Осуществите превращение:

Пропан $\rightarrow$ 1-бром-4-метилпентан

наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

Номер ответа	Ответ
+	1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 3) Аллильным замещением в присутствии хлора при температуре 4) Взаимодействием полученного вещества с изопропилом лития 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
	1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 3) Аллильным замещением в присутствии хлора при температуре 4) Взаимодействием полученного вещества с 2-хлорпропаном в присутствии натрия 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
	1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с 2-бромпропаном в присутствии натрия 3) Бромированием на свету

	4) Взаимодействием полученного вещества с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
	1) Бромированием на свету 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с 1-бромпропаном в присутствии натрия 3) Бромированием на свету 4) Взаимодействием полученного вещества с гидроксидом калия в водном растворе при нагревании 5) С последующим радикальным присоединением бромоводорода в присутствии перекиси
	1) Взаимодействием пропана с бромом в присутствии света 2) Взаимодействием продукта, полученного на предыдущей стадии, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 3) Аллильным замещением в присутствии брома при температуре 4) Взаимодействием полученного вещества с изопропилом лития 5) С последующим электрофильным присоединением бромоводорода

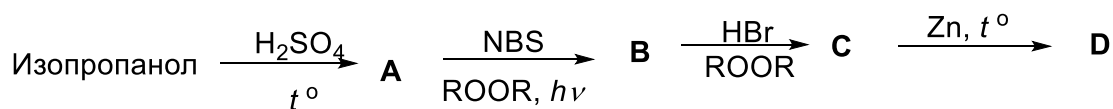
2. Осуществите превращение:

Циклогексан → 6-оксооктановая кислота

наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

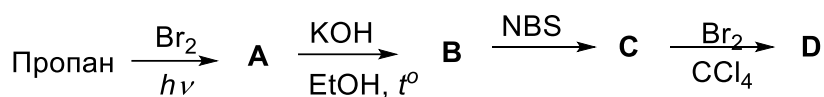
Номер ответа	Ответ
+	1) Хлорированием на свету циклогексана 2) Присоединением диэтилкупрата лития 3) Взаимодействием, полученного продукта, с бромом на свету 4) Взаимодействием, полученного продукта, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
	1) Хлорированием на свету циклогексана 2) Присоединением хлорэтана в присутствии хлорида алюминия (III) 3) Взаимодействием, полученного продукта, с бромом на свету 4) Взаимодействием, полученного продукта, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
	1) Хлорированием на свету циклогексана 2) Присоединением хлорэтана в присутствии натрия при нагревании 3) Взаимодействием, полученного продукта, с бромом на свету 4) Взаимодействием, полученного продукта, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
	1) Хлорированием на свету циклогексана 2) Присоединением диэтилкупрата лития 3) Взаимодействием, полученного продукта, с бромом на свету 4) Взаимодействием, полученного продукта, с гидроксидом калия в водном растворе при нагревании 5) Окислением перманганатом калия в щелочной среде при нагревании
	1) Хлорированием на свету циклогексана 2) Присоединением диэтилкупрата лития 3) Взаимодействием, полученного продукта, с бромом на свету 4) Взаимодействием, полученного продукта, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 5) Окислением перманганатом калия в щелочной среде при нагревании

1. Заполните схему синтеза, соотнеся буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



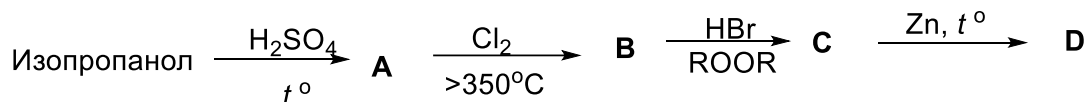
A	пропен
B	3-бромпроп-1-ен
C	1,3-дибромпропан
D	циклопропан
	пропан-2-сульфокислота
	1-бром-1-пропен
	1,2-дибромпропан
	пропин

2. Заполните схему синтеза, соотнесите буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



A	2-бромпропан
B	пропен
C	3-бром-1-пропен
D	1,2,3-трибромпропан
	1-бромпропан
	пропан-1-амин
	2-бромпропан-1-амин
	1-бром-1-пропен

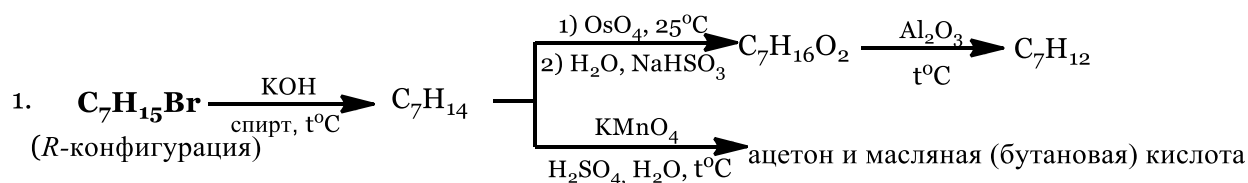
3. Заполните схему синтеза, соотнесите буквенное обозначение продукта реакции с его названием.

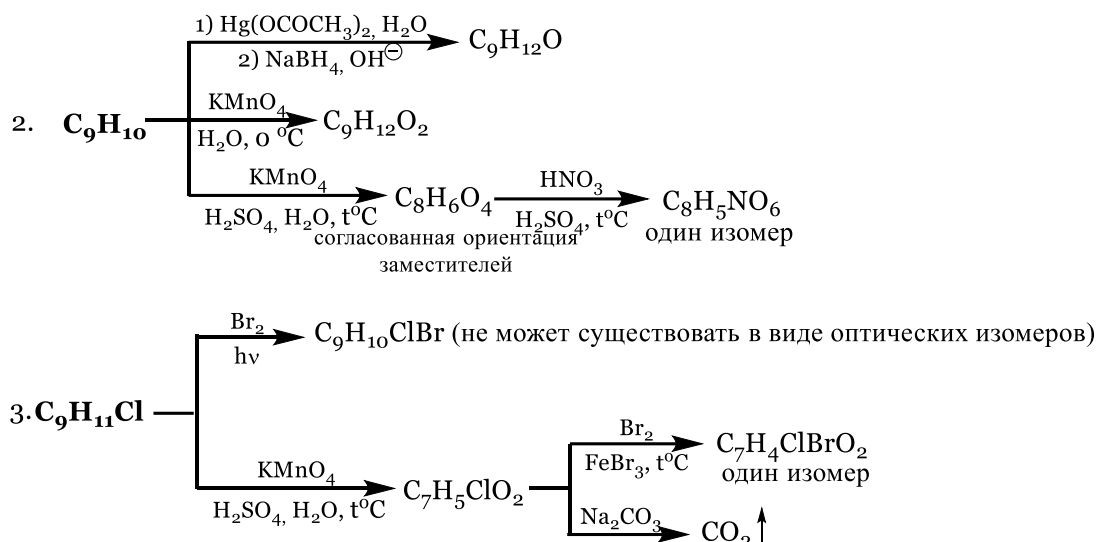


A	пропен
B	3-хлорпроп-1-ен
C	1-бром-3-хлорпропан
D	циклопропан
	пропан-2-сульфокислота
	1-бром-1-пропен
	1-хлор-1-пропен
	пропин

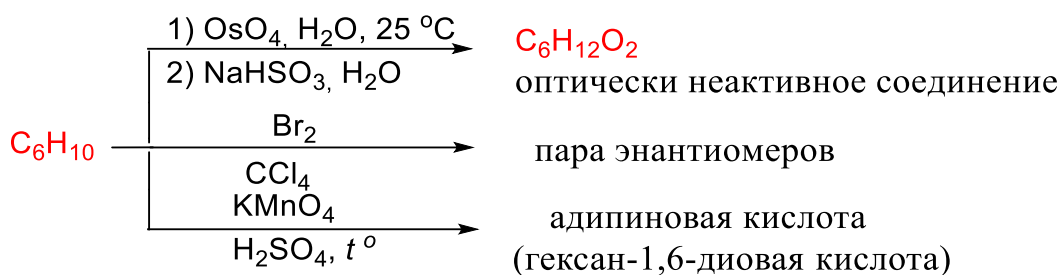
Вопрос №4.

Задание: установите строение соединения, напишите указанные реакции.

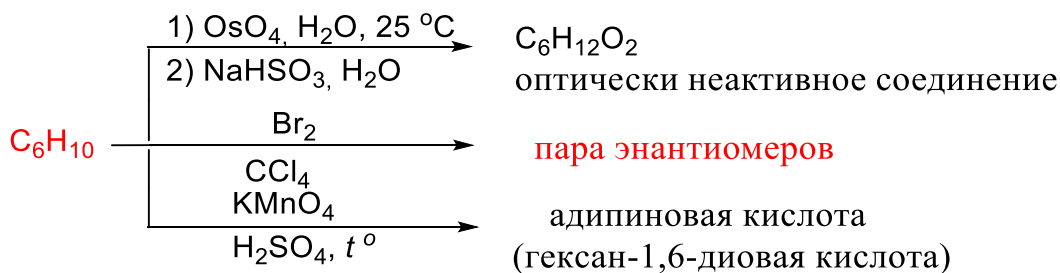




Тестовый формат:



+	циклогексен
+	(1R,2S)-циклогексан-1,2-диол
	(1R,2R)-циклогексан-1,2-диол
	1-метилциклопентен
	(1R,2S)-1-метил-циклопентан-диол
	мезо-гексан-3,4-диол
	гексан-1,6-диол



+	циклогексен
+	(1R,2R)-1,2—дибромциклогексан, (1S,2S)-1,2—дибромциклогексан
	(1R,2S)-1,2—дибромциклогексан, (1S,2R)-1,2—дибромциклогексан
	1-метилциклопентен

	(1R,2R)-1-метил-1,2-дибромциклопентан, (1S,2S)-1-метил-1,2-дибромциклопентан
	гекса-1,5-диен
	(1R,2S)-1-метил-1,2-дибромциклопентан, (1S,2R)-1-метил-1,2-дибромциклопентан
	(R)-5,6-дибромгекс-1-ен, (S)- 5,6-дибромгекс-1-ен

Билет для *экзамена* состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

«Утверждаю» Зав. кафедрой органической химии (Должность, наименование кафедры) _____ А.Е. Щекотихин (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025г.	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра органической химии Направление подготовки 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов» Профиль подготовки – «Материаловедение для фотоники и электроники», «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», «Электрохимия в материаловедении» Органическая химия
	Билет № 0
	I. Напишите уравнения реакций, назовите полученные соединения (14 баллов). Для реакций 4 и 11 укажите стереохимический результат (1 балл): 1. Циклопентен $\xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2}$ 2. Пропин $\xrightarrow[\text{KOH, } t^\circ\text{C}]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$ 3. Хлорбензол $\xrightarrow[\text{FeCl}_3, t^\circ\text{C}]{\text{Cl}_2}$ 4. <i>n</i>-Ксилол $\xrightarrow[\text{Ni, p, } t^\circ\text{C}]{3\text{H}_2}$ 5. Пропин $\xrightarrow[\text{NH}_3, \text{ жидк}]{\text{NaNH}_2} \dots \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}}$ 6. 2-Бромбутан $\xrightarrow[\text{спирт, } t^\circ\text{C}]{\text{KOH}}$ 7. Изопрен (2-метил-1,3-бутадиен) $\xrightarrow{\text{HBr (1 моль)}}$ 8. 3-Метил-1-пентен $\xrightarrow[\text{ROOR, } t^\circ\text{C}]{\text{HBr}}$ 9. Нитроэтилен $\xrightarrow{\text{HBr}}$ 10. <i>n</i>-Метокситолуол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}]{\text{HNO}_3}$ 11. (Z)-2-Пентен $\xrightarrow[2) \text{H}_2\text{O, NaHSO}_3]{1) \text{OsO}_4, 25^\circ\text{C}}$ 12. Стирол (винилбензол) $\xrightarrow{\text{B}_2\text{H}_6} \dots \xrightarrow[\text{OH}^-]{\text{H}_2\text{O}_2}$ 13. Этилбензол $\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Br}_2}$ 14. Бензальдегид $\xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^\circ\text{C}]{\text{Br}_2}$
	II. Приведите механизмы следующих реакций (8 баллов): 1. Этоксиэтилен $\xrightarrow{\text{HBr}}$ (3 балла) Укажите стереохимический результат реакции и конфигурацию стереоизомеров по R,S-номенклатуре. (1 балл)

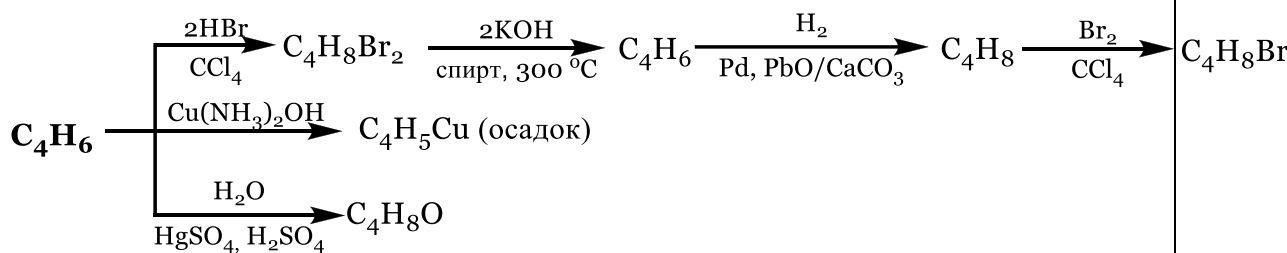


В терминах теории резонанса объясните направление реакции.

III. Приведите схемы превращений (10 баллов):

1. Бензол и пропанол $\longrightarrow$ 2-бром-2-(*n*-бромфенил)пропан (5 баллов)
2. Пропан $\longrightarrow$ 3-бром-1-хлорпропан (5 баллов)

IV. Установите строение соединения (2 балла). Напишите все указанные реакции (5 баллов):



Укажите конфигурацию соединения состава C₄H₈.

Оценка заданий:

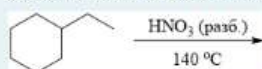
№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	14	8	12	6	40

Билет тестового формата:

Билет состоит аналогичным образом из четырёх вопросов (блоков): блок реакций (20,5 б.); блок механизмов-теория (4,5 б.); схемы синтеза (12,5 б.); задача на установление строения (2,5б).

Вопрос 1
Пока нет ответа
Балл: 1,0
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

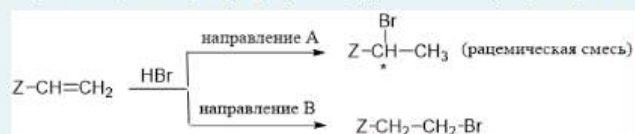
Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. (1-нитроэтил)циклогексан
- ☐ b. 1-нитро-4-этилциклогексан
- ☐ c. 1-нитро-2-этилциклогексан
- ☐ d. 1-нитро-1-этилциклогексан
- ☐ e. 1-нитро-3-этилциклогексан
- ☐ f. (2-нитроэтил)циклогексан

Вопрос 2
Пока нет ответа
Балл: 2,0
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Замещённые этилены могут реагировать с галогеноводородом по двум направлениям в зависимости от строения заместителя. Схема дана ниже. Установите соответствие между Z-этиленом (где Z-это заместитель/функциональная группа) и направлением, по которому образуются продукты соответствующего строения.



пропеновая кислота	Выберите...
3,3,3-трихлорпроп-1-ен	Выберите...
нитроэтилен	Выберите...
хлорэтилен	Выберите...

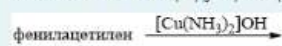
Вопрос 3

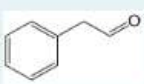
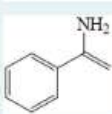
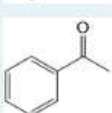
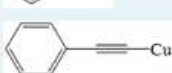
Пока нет
ответа

Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос⚙
Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. 
- ☐ b. 
- ☐ c. 
- ☐ d. 

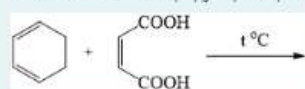
Вопрос 4

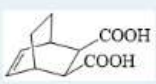
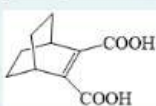
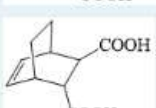
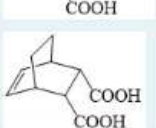
Пока нет
ответа

Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос⚙
Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. 
- ☐ b. 
- ☐ c. 
- ☐ d. 

Вопрос **5**

Пока нет
ответа

Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос

⚙
Редактировать
вопрос

Укажите основной(ые) продукт(ы) реакции



- ☐ a.
- ☐ b.
- ☐ c.
- ☐ d.

Вопрос **6**

Пока нет
ответа

Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос

⚙
Редактировать
вопрос

При дегидробромировании какого соединения преимущественно образуется бут-1-ин

- ☐ a. 2,2-дибромбутан
- ☐ b. 2,3-дибромбут-1-ен
- ☐ c. 1,1-дибромбутан
- ☐ d. 2,3-дибромбутан

Вопрос **7**

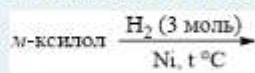
Пока нет
ответа

Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос

⚙
Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. (1e,3a)-1,3-диметилциклогексан
- ☐ b. (1a,3a)-1,3-диметилциклогексан
- ☐ c. (1e,3e)-3-метилциклогексанол
- ☐ d. (1e,3a)-3-метилциклогексанол
- ☐ e. (1e,3e)-1,3-диметилциклогексан

Вопрос 8

Пока нет ответа

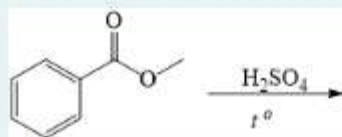
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ а. метил 3-сульфобензоат
- ☐ б. метил 2,4-дисульфобензоат
- ☐ в. метил 4-сульфобензоат
- ☐ г. метил 2-сульфобензоат

Вопрос 9

Пока нет ответа

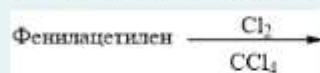
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ а. 1,2-дихлор-1-фенилэтилен
- ☐ б. (орто-бромфенил)ацетилен
- ☐ в. (мета-бромфенил)ацетилен
- ☐ г. (пара-бромфенил)ацетилен

Вопрос 10

Пока нет ответа

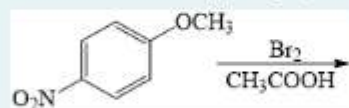
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной(преимущественный) продукт реакции (анизол-это метоксибензол)



- ☐ а. 2-бром-4-нитроанизол
- ☐ б. 2,4-дибром-6-нитроанизол
- ☐ в. 3-бром-4-нитроанизол
- ☐ г. 2-бром-5-нитроанизол

Вопрос 11

Пока нет ответа

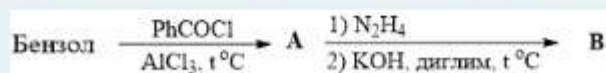
Балл: 1,5

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



- В
- А

Вопрос 12

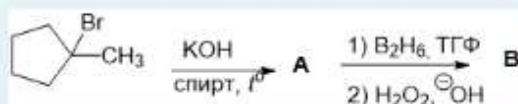
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A Выберите...

B Выберите...

Вопрос 13

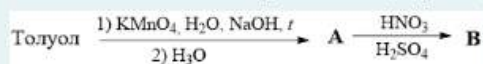
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



B Выберите...

A Выберите...

Оставшееся время 1:25:3

Вопрос 14

Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A Выберите...

B Выберите...

Вопрос 15

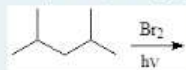
Пока нет ответа

Балл: 1,5

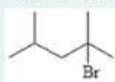
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

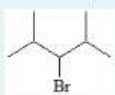
Выберите верные суждения о механизме следующей реакции:



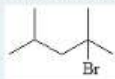
- ☐ а. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



- ☐ б. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



- ☐ в. Механизм реакции S_N не цепной с образованием преимущественно



- ☐ г. Механизм реакции S_N цепной с образованием радикала Br

- ☐ е. Механизм реакции S_N цепной с преимущественным образованием наиболее стабильного углеводородного радикала

- ☐ ф. При гомолитическом разрыве связи углерод-водород образуются углеводородный радикал и водород-радикал

Вопрос 16

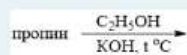
Пока нет
ответа

Балл: 1,0

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. пропанон
- ☐ b. 1-этоксипроп-1-ен
- ☐ c. 2-этоксипроп-1-ен
- ☐ d. 2-метилбут-1-ен-3-ин

Вопрос 17

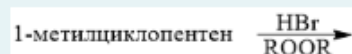
Пока нет
ответа

Балл: 1,5

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Выберите верные утверждения о механизме реакции:



- ☐ a. Водород отщепляется от аллильного атома углерода
- ☐ b. Реакция возможна только для бромоводорода
- ☐ c. Реакция инициируется образованием радикальных частиц
- ☐ d. Образуется наименее замещённый алкил радикал
- ☐ e. Бром присоединяется к наименее замещённому атому углероду при двойной связи
- ☐ f. Промежуточная частица стабилизируется мезомерным эффектом
- ☐ g. Реакция возможна не только с бромоводородом, но и с HCl

Оставшееся время 1:23:17

Вопрос 18

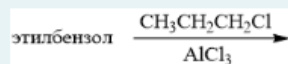
Пока нет
ответа

Балл: 1,5

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:



- ☐ a. Образование атакующей частицы сопровождается перегруппировкой с образованием более устойчивого катиона
- ☐ b. Избыток катализатора осложняет протекание реакции
- ☐ c. Реакция сопровождается побочным образованием полиалкил производных
- ☐ d. Хлорид алюминия может быть заменён серной кислотой
- ☐ e. Пропилбензол – единственный продукт

Вопрос 19

Пока нет
ответа

Балл: 1,5

 Отметить
вопрос

 Редактировать
вопрос

Установите правильную последовательность превращений синтеза:

Пропан → ацетон

- ☐ a.
 - 1) Электрофильным присоединением брома
 - 2) Кипячением в спиртовом растворе щёлочи полученного на предыдущей стадии продукта
 - 3) Последующим электрофильным присоединением брома
 - 4) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 5) Взаимодействием продукта предыдущей стадии с диизоамилбораном и последующей обработкой перекисью в щелочном растворе
- ☐ b.
 - 1) Бромированием пропана при облучении видимым светом
 - 2) Кипячением в спиртовом растворе щёлочи полученного на предыдущей стадии продукта
 - 3) Последующим электрофильным присоединением брома
 - 4) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии серной кислоты с последующим окислением перманганатом калия
- ☐ c.
 - 1) Бромированием пропана при облучении видимым светом
 - 2) Кипячением в спиртовом растворе щёлочи полученного на предыдущей стадии продукта
 - 3) Последующим электрофильным присоединением брома
 - 4) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором 1 моля гидроксида калия при охлаждении
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии солей ртути и серной кислоты
- ☐ d.
 - 1) Бромированием пропана при облучении видимым светом
 - 2) Кипячением в спиртовом растворе щёлочи полученного на предыдущей стадии продукта
 - 3) Последующим бромированием при облучении видимым светом
 - 4) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии солей ртути и серной кислоты
- ☐ e.
 - 1) Бромированием пропана при облучении видимым светом
 - 2) Кипячением в спиртовом растворе щёлочи полученного на предыдущей стадии продукта
 - 3) Последующим электрофильным присоединением брома
 - 4) Взаимодействием полученного соединения со спиртовым раствором гидроксида калия (избыток) при нагревании
 - 5) Электрофильным присоединением воды в присутствии солей ртути и серной кислоты

Вопрос 20

Пока нет
ответа

Балл: 1,5

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите правильную последовательность превращений синтеза:

Ацетилен $\rightarrow$ 2-хлор-4-нитробензойная кислота

- ☐ a.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 3) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 4) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
 - 5) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
- ☐ b.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 3) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 4) Электрофильным замещением хлором в присутствии хлорида железа(III)
 - 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
- ☐ c.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 3) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
 - 4) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 5) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
- ☐ d.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты
 - 3) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
 - 4) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
- ☐ e.
 - 1) Тримеризацией ацетилена в присутствии комплексов никеля
 - 2) Электрофильным замещением хлором в присутствии железа
 - 3) Алкилированием метилхлоридом в присутствии хлорида алюминия
 - 4) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
 - 5) Электрофильным замещением полученного соединения концентрированной азотной кислотой в присутствии

Вопрос 21

Пока нет
ответа

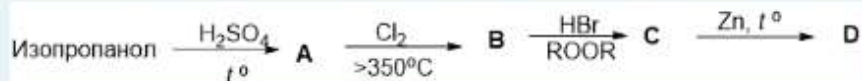
Балл: 3,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Заполните схему синтеза, соотнесите буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



A	Выберите...	⇅
B	Выберите...	⇅
C	Выберите...	⇅
D	Выберите...	⇅

Вопрос **22**

Пока нет
ответа

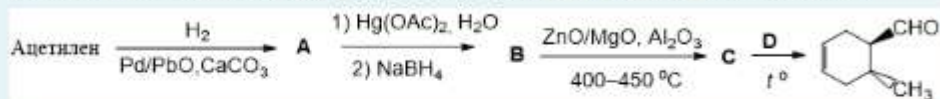
Балл: 3,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A	Выберите...
B	Выберите...
C	Выберите...
D	Выберите...

Вопрос **23**

Пока нет
ответа

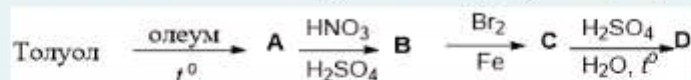
Балл: 3,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A	Выберите...
B	Выберите...
C	Выберите...
D	Выберите...

Вопрос **24**

Пока нет
ответа

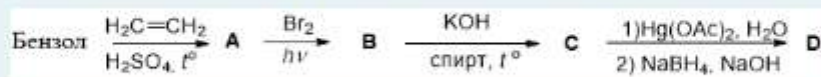
Балл: 3,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A	Выберите...
B	Выберите...
C	Выберите...
D	Выберите...

Вопрос **25**
Пока нет
ответа
Балл: 2,5
Отметить
вопрос
Редактировать
вопрос

Установите строение соединений, выделенных красным цветом и установите соответствие с названием

C_9H_8

$$\begin{array}{l}
 \xrightarrow[CCl_4]{Br_2} C_9H_8Br_2 \\
 \xrightarrow[H_2O, H_2SO_4]{HgSO_4} C_9H_{10}O \text{ (два структурных изомера)} \\
 \xrightarrow{Cu(NH_3)_2OH} \text{(осадок не образуется)} \\
 \xrightarrow[H_2SO_4, H_2O, t^\circ C]{KMnO_4} C_7H_8O_2 \xrightarrow[t^\circ C]{FeBr_3, Br_2} C_7H_5BrO_2
 \end{array}$$

C_9H_8 Выберите...
 $C_7H_5BrO_2$ Выберите...

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен).

Экзамен по дисциплине «*Органическая химия*» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 4-6 рабочей программы дисциплины.

Вопрос №1.

Задание: закончите уравнения реакций, дайте названия полученным соединениям, для продуктов реакций, обозначенных * приведите стереохимический результат.

⊕

1. Этилмагниийодид $\xrightarrow{CH_3COOH}$
2. Метилмагниийодид $\xrightarrow{C_2H_5OH}$
3. Этилмагниийбромид $\xrightarrow{\text{ацетон}} \dots \xrightarrow[HCl]{H_2O}$
4. Фенилмагниийбромид $\xrightarrow{\text{этаналь}} \dots \xrightarrow[HCl]{H_2O}$
5. Бутиллитий $\xrightarrow{CH_3OH}$

Тестовый формат:

бутиллитий $\xrightarrow[2) \text{ бутанон}]{1) \text{ пропин}}$

+	Литиевая соль 3-метилгекс-4-ин-3-ола
	3-метилгекс-4-ин-3-ол
	3-метилгептан-3-ол
	Литиевая соль 3-метилгептан-3-ола
	3-метилгекс-4-ен-2-ол

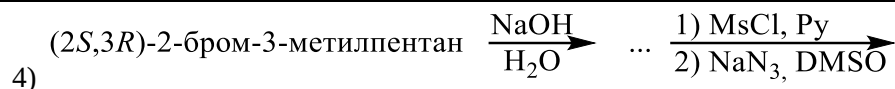
2-хлор-N,N-диэтилпропан-1-амин $\xrightarrow[H_2O/\text{ацетон}]{NaOH}$

+	2-(диэтиламино)пропан-1-ол
	2-(этиламино)пропан-1-ол
	2-(диэтиламино)пропан-2-ол
	1-(диэтиламино)пропан-2-ол
	1-(диэтиламино)пропан-3-ол

3-(диэтиламино)фенол $\xrightarrow[Py]{BzCl} \dots \xrightarrow[170^\circ C]{AlCl_3}$

+	(4-(диэтиламино)-2-гидроксифенил)фенилкетон

+	3-(диэтиламино)фенил бензоат
	(2-(диэтиламино)-4-гидроксифенил)фенилкетон
	(4-(диэтиламино)-2-гидроксифенил)бензилкетон
	3-(диэтиламино)бензил бензоат



+	$(2R,3R)$ -3-метилпентан-2-ол
+	$(2S,3R)$ -2-азидо-3-метилпентан
	$(2R,3R)$ -2-азидо-3-метилпентан
	$(2S,3R)$ -3-метилпентан-2-ол
	$(2R,3S)$ -3-метилпентан-2-ол

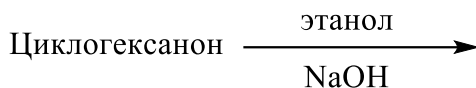
Вопрос №2.

Задание: напишите механизмы реакций, для реакций обозначенных * приведите стереохимический результат.

1. $^*(S)$ -2-Бромбутан $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
2. n -Нитрохлорбензол $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}}$
3. 1-Пропанол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}]{\text{KBr}}$
4. $^*(R)$ -2-Пентанол $\xrightarrow[\text{эфир}, t^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$
5. $^*(S)$ -2-Пентанол $\xrightarrow[\text{пиридин}, t^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$

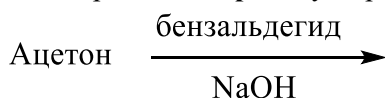
Тестовый формат:

1. Выберите **все верные** утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.



Номер ответа	ответ
+	В данной реакции действием катализатора активирован нуклеофил
+	Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который не может быть далее превращён в ацеталь, поскольку гидроксид-ион является «плохой» уходящей группой
+	Скоростьлимитирующей стадией является присоединение этоксид-иона к карбонильной группе субстрата
	В данной реакции действием катализатора активирован атом углерода карбонильной группы
	Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который затем легко даёт карбокатион, стабилизированный резонансом, к которому и происходит присоединение второго моля спирта
	Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который не может быть далее превращён в ацеталь, поскольку отсутствует подвижный протон, который мог бы быть отщеплён гидроксид-ионом

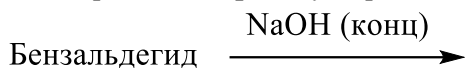
2. Выберите **все верные** утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.



Номер ответа	ответ
+	Это механизм альдольно-кетоновой конденсации
+	Роль гидроксида в отщеплении протона от метиленовой группы

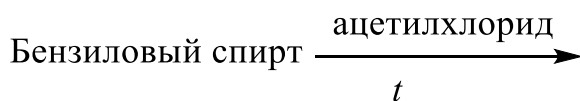
+	Продукт реакции дибензальацетон
	Продукт реакции 2-фенилпропан-2-ол
	Роль гидроксида в присоединении гидроксигруппы к кето-группе
	Это механизм Кляйзена
	Это механизм образования ацеталей и кеталей

3. Выберите **все верные** утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.

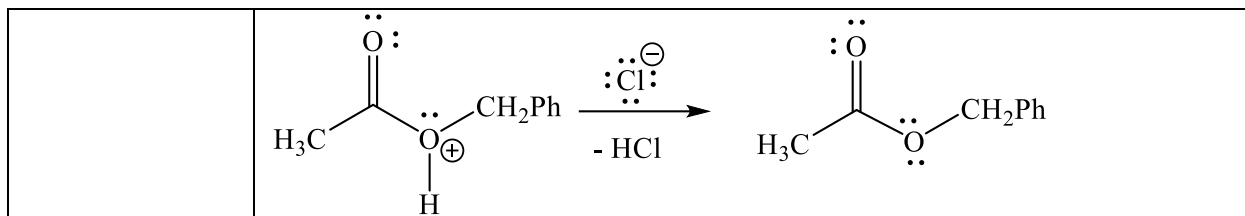


Номер ответа	ответ
+	Роль щёлочи в присоединении гидроксид-иона к карбонильной группе
+	Стадия диспропорционирования – это передача гидрид-иона ко второй молекуле бензальдегида и его присоединение к карбонильной группе
+	Продукты реакции натриевая соль бензойной кислоты и бензиловый спирт
	Продукты реакции бензойная кислота и фенилметанол
	Роль щёлочи в отщеплении подвижного протона от альдегида с образованием енолят-иона
	Стадия диспропорционирования – это отщепление протона от карбонильной группы бензальдегида, приводящее к её диспропорции с возможностью последующего присоединения к ней молекулы воды
	Только альдегиды, которые могут сформировать енолят ион, подвергаются реакции Канниццаро.

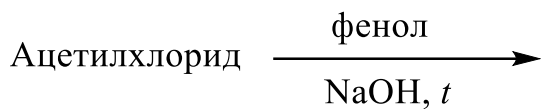
1. Укажите все правильные фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



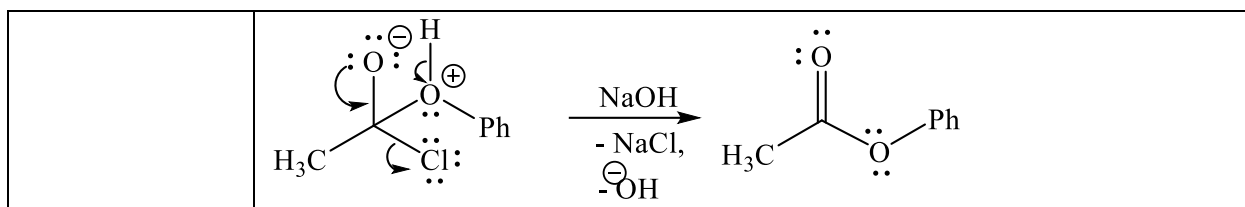
Номер ответа	Ответ
+	
+	



2. Укажите все правильные фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



Номер ответа	Ответ
+	
+	
+	



Вопрос №3.

Задание: осуществите превращения, используя только неорганические реагенты.

1. Бензол и метан $\longrightarrow$ бензальанилин (бензилиденанилин)
2. Этилен $\longrightarrow$ 1-бутанол (примените реакцию Гриньяра)
3. Толуол $\longrightarrow$ фенилуксусная кислота
4. Этилен $\longrightarrow$ этиловый эфир α -аланина (2-аминопропановой кислоты)
5. Бензол $\longrightarrow$ адипиновая (1,6-гександиовая) кислота

Тестовый формат:

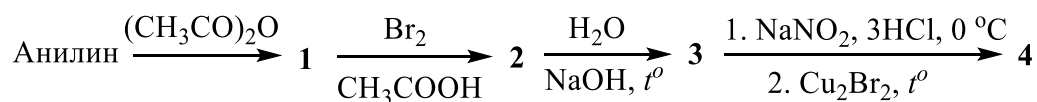
1. Укажите правильную последовательность стадий, позволяющую осуществить указанное превращение наиболее рациональным способом (с минимальным кол-вом побочных продуктов и с минимальным числом стадий): 2-фенилацетил хлорид $\rightarrow$ *N*-бензилпропан-1-амин

	Варианты ответов
+	1) взаимодействие исходного хлорангидрида с аммиаком в пиридине 2) взаимодействие полученного с бромом в присутствии 4-х эквивалентов гидроксида натрия при 0°C на первой стадии, с последующим нагреваем реакционной массы до 70°C 3) взаимодействие полученного с пропаналем в этиловом спирте при нагревании 4) восстановление полученного на предыдущей стадии тетрагидроборатом натрия в этиловом спирте
	1) взаимодействие исходного хлорангидрида с аммиаком в пиридине 2) восстановление полученного на предыдущей стадии алюмогидридом лития в тетрагидрофуране с последующим подкислением в водном растворе 3) взаимодействие полученного с пропаналем в диметилформамиде при нагревании 4) восстановление полученного на предыдущей стадии тетрагидроборатом натрия в этиловом спирте
	1) взаимодействие исходного хлорангидрида LiAlH(t-BuO) ₃ с последующим подкислением в водном растворе 2) взаимодействие полученного с 1-пропиламином 3) восстановление полученного на предыдущей стадии тетрагидроборатом натрия в этиловом спирте
	1) взаимодействие исходного с 1-пропиламином в пиридине 2) кислотный гидролиз полученного при нагревании 3) взаимодействие полученного с гидроксидом натрия в водном растворе

2. Укажите правильную последовательность стадий, позволяющую осуществить указанное превращение наиболее рациональным способом (с минимальным кол-вом побочных продуктов и с минимальным числом стадий): пропан-1-ол → этиламин

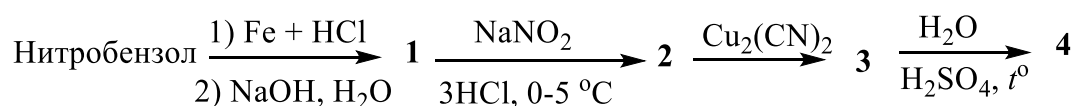
	Варианты ответов
+	1) окисление исходного перманганатом калия в кислой среде 2) взаимодействие полученного с пентахлоридом фосфора 3) взаимодействие полученного с избытком аммиака 4) взаимодействие полученного с бромом в присутствии 4-х эквивалентов гидроксида натрия
	1) окисление, полученного на предыдущей стадии хлорхроматом пиридина (PCC) в диметилкарбонате 2) взаимодействие полученного с аммиаком 3) восстановление полученного на предыдущей стадии алюмогидридом лития в тетрагидрофуране с последующим подкислением в водном растворе
	1) взаимодействие исходного с бромидом калия в присутствии серной кислоты при нагревании 2) взаимодействие полученного с нитритом натрия в диметилформамиде при нагревании 3) восстановление полученного на предыдущей стадии железом в соляной кислоте с последующим взаимодействием с гидроксидом натрия в водном растворе
	1) окисление исходного перманганатом калия в кислой среде 2) взаимодействие полученного с тионилхлоридом в пиридине 3) взаимодействие полученного с избытком аммиака 4) восстановление полученного на предыдущей стадии алюмогидридом лития в тетрагидрофуране с последующим подкислением в водном растворе

1.



Номер вещества	Структура вещества
1	Ацетанилид
2	4-Бромацетанилид
3	4-Броманилин
4	1,4-Дибромбензол
	3-Бромацетанилид
	3-Гидроксиацетанилид
	Фенол

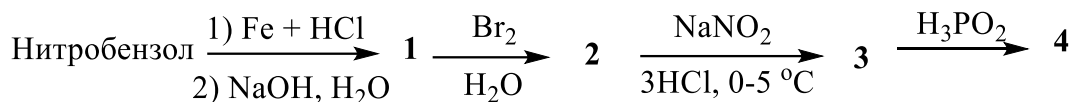
2.



Номер вещества	Структура вещества
1	Анилин
2	Бензолдиазоний хлорид
3	Бензонитрил
4	Бензойная кислота
	Бензиламин

	Толуол
	Азобензол

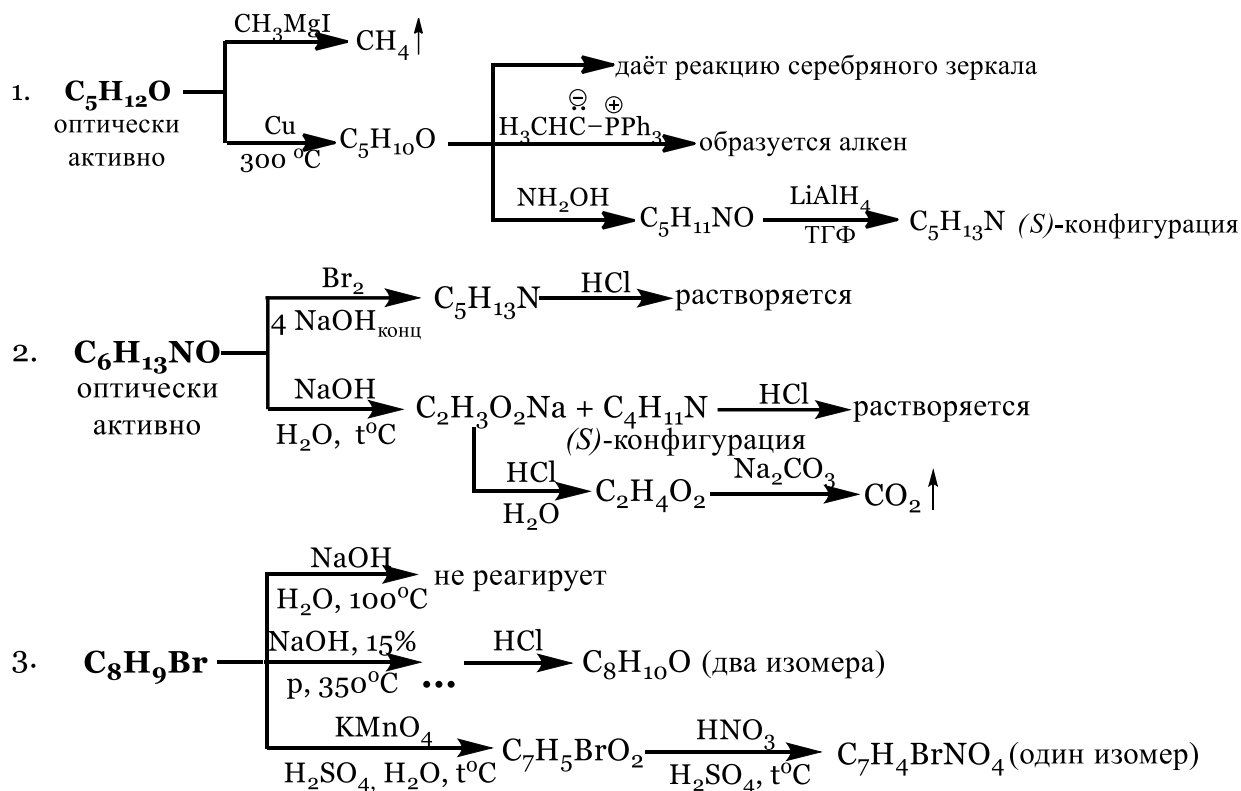
3

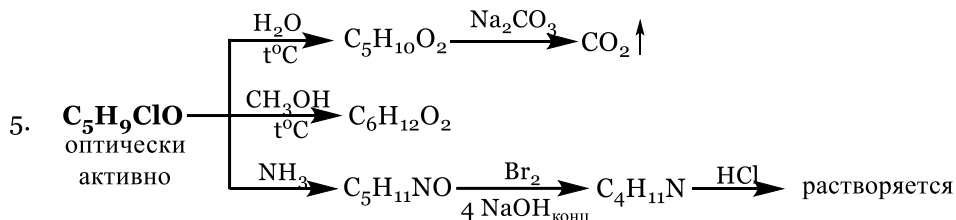
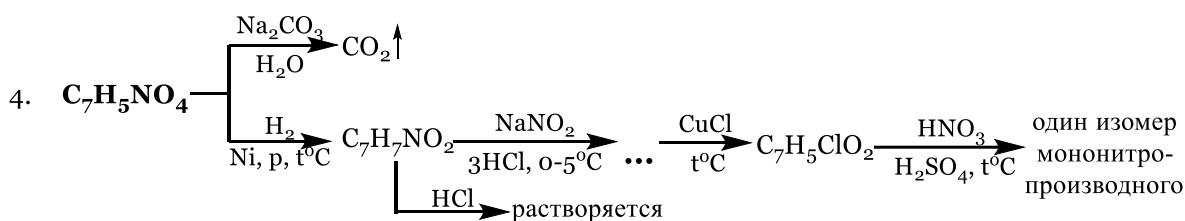


Номер вещества	Структура вещества
1	Анилин
2	2,4,6-Триброманилин
3	2,4,6-Трибромбензолдiazоний хлорид
4	1,3,5-Трибромбензол
	Анилин гидрохлорид
	4-Броманилин
	4-Бромбензолдiazоний хлорид

Вопрос №4.

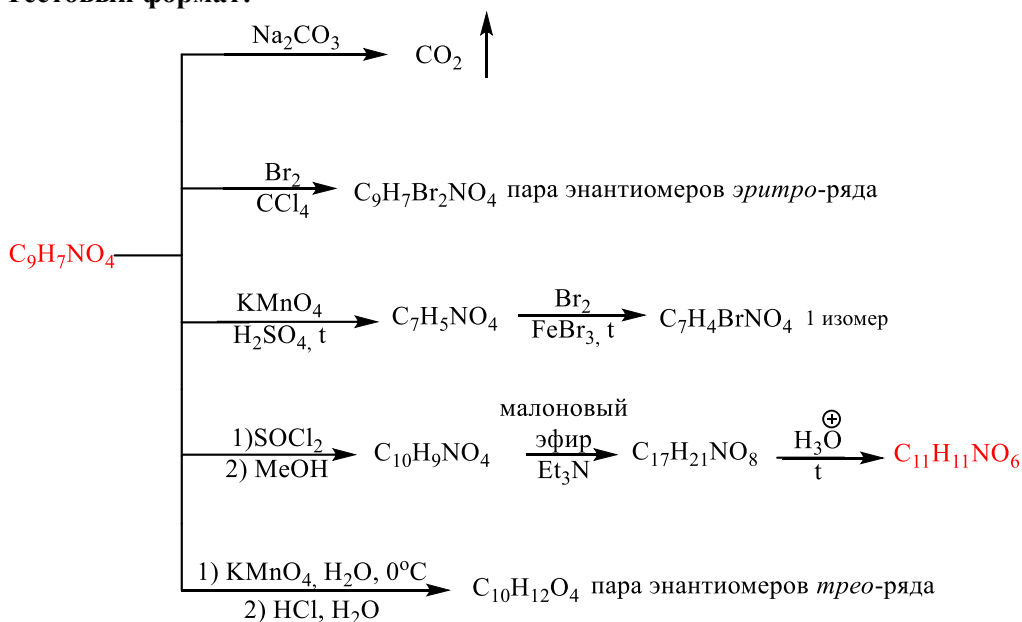
Задание: установите строение соединения, напишите указанные реакции.





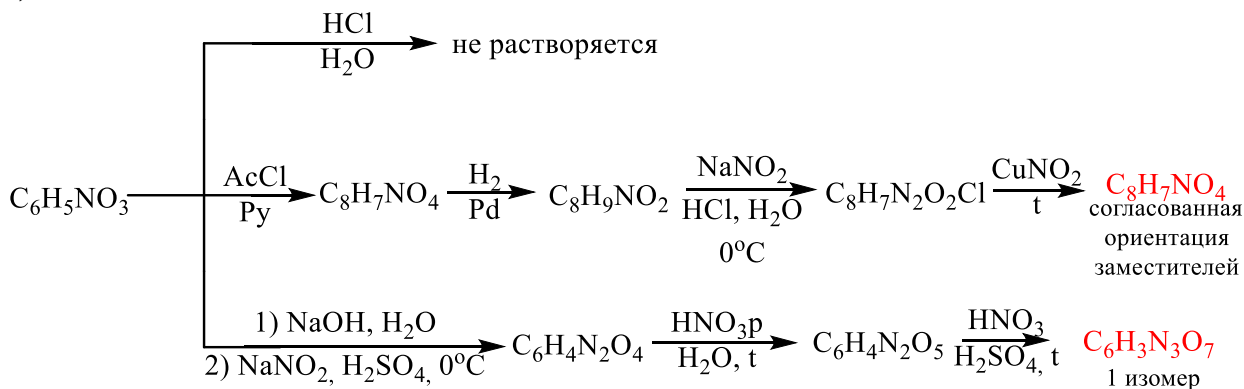
Все продукты реакций имеют (R)-конфигурацию

Тестовый формат:



+	(E)-3-(3-нитрофенил)проп-2-еновая кислота;	3-(3-нитрофенил)пента-1,5-диовая кислота
	(Z)-3-(4-нитрофенил)проп-2-еновая кислота;	3-(4-нитрофенил)пента-1,5-диовая кислота
	2-(3-(метилнитро)фенил)уксусная кислота;	2-(3-(метилнитро)фенил)бутан-1,4-диовая кислота
	2-(4-(метилнитро)фенил)уксусная кислота;	2-(4-(метилнитро)фенил)бутан-1,4-диовая кислота

2)



+	4-нитрофенилацетат;	2,4,6-тринитрофенол

	2,4,6-тринитрозофенол	4-гидроксиацетанилид
	2-гидроксиацетаналид	2-нитрозо-4,6-динитрофенол
	3-нитрофенилацетат	2,5,6-тринитрофенол

Билет для **экзамена** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой органической химии (Должность, наименование кафедры) <u>А.Е. Щекотихин</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра органической химии Направление подготовки 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов» Профиль подготовки – «Материаловедение для фотоники и электроники», «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», «Электрохимия в материаловедении» Органическая химия

Билет № 0

I. Напишите уравнения реакций, назовите полученные соединения (14 баллов). Для реакций 1 и 8 укажите стереохимический результат:

1. (R)-2-Бромпропановая кислота $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}, t^\circ\text{C}]{\text{Na}_2\text{CO}_3}$... $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}}$... 2. Малоновый эфир $\xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}]{\text{MVK}}$... $\xrightarrow[2) t^\circ\text{C}]{1) \text{H}_2\text{O}, \text{H}^+}$... 3. 2,2-Диметилоксиран $\xrightarrow[\text{H}^\bullet]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$... 4. Аллиловый спирт $\xrightarrow[\text{DCM}]{\text{PCC}}$... $\xrightarrow{\text{NaHSO}_3}$... 5. Бензальдегид $\xrightarrow[\text{NaOH}_{\text{конц.}}, \text{H}_2\text{O}, t^\circ\text{C}]{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}}$... $\xrightarrow[2) \text{H}_2\text{O}, \text{H}^+]{1) \text{BuLi}, \text{TГФ}}$... 6. Ацетанилид $\xrightarrow[\text{AcOH}]{\text{Br}_2}$... $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}, t^\circ\text{C}]{\text{NaOH}}$... 7. 2-Аминобутановая кислота $\xrightarrow[\text{HCl}_{(\text{газ})}, t^\circ\text{C}]{\text{CH}_3\text{OH}}$...	8. (S)-3-Хлор-1-бутен $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$... 9. Бензальдегид $\xrightarrow[\text{CH}_3\text{COONa}, t^\circ\text{C}]{(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}}$... 10. <i>n</i>-Крезол $\xrightarrow[2) (\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2]{1) \text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}}$... 11. Фенилметилловый эфир $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{HI}}$... 12. <i>o</i>-Толуилнитрометан $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$... 13. <i>N</i>-Бутилацетамид $\xrightarrow[2) \text{H}_2\text{O}, \text{H}^+]{1) \text{LiAlH}_4, \text{TГФ}}$... 14. 3,4-Дибромнитробензол $\xrightarrow[\text{CH}_3\text{OH}, t^\circ\text{C}]{\text{CH}_3\text{ONa}}$...

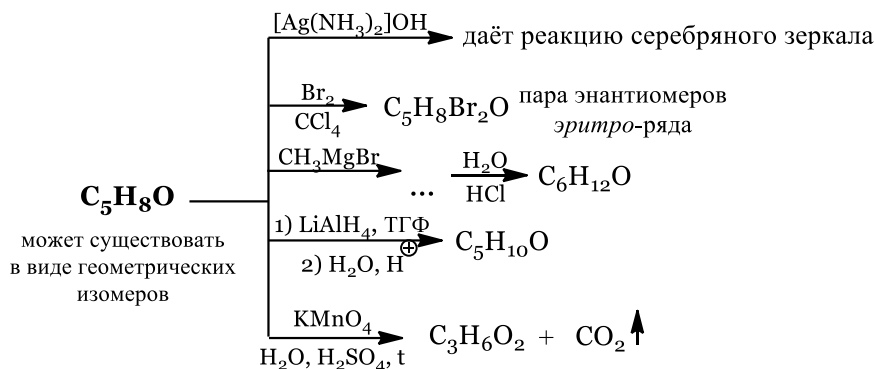
II. Приведите механизмы следующих реакций (8 баллов):

1. (S)-2-Пентанол $\xrightarrow[\text{пиридин}, t^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$... Укажите стереохимический результат реакции и конфигурацию стереоизомеров по R,S-номенклатуре.	(3 балла) (1 балл)
2. <i>o</i>-Толуидин $\xrightarrow[3\text{HCl}, 0-5^\circ\text{C}]{\text{NaNO}_2}$...	(4 балла)

III. Приведите схемы превращений (12 баллов):

1. Ацетон $\longrightarrow$...	изопропил пропаноат (4 балла)
2. Бензол $\longrightarrow$...	<i>m</i> -фторфенол (4 балла)
3. Бензол и уксусный ангидрид $\longrightarrow$...	ацетилсалициловая кислота (аспирин) (4 балла)

IV. Установите строение соединения (1 балл). Напишите все указанные реакции (4 балла):



Оценка заданий:

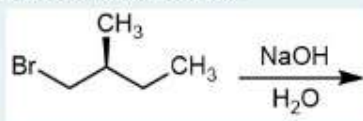
№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	15	8	12	5	40

Билет тестовый формат:

Билет состоит аналогичным образом из четырёх вопросов (блоков): блок реакций (16 б.); блок механизмов-теория (8 б.); схемы синтеза (12 б.); задача на установление строения (4б.).

Вопрос **1**
Пока нет
ответа
Балл: 1,0
⚑ Отметить
вопрос
⚙ Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:

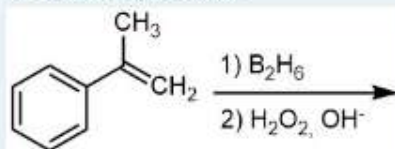


Выберите один ответ:

- ☐ (R)-2-метилбутан-1-ол
- ☐ (R)-2-метилбутан-2-ол
- ☐ (S)-2-метилбутан-1-ол
- ☐ (S)-2-метилбутан-2-ол
- ☐ (R,S)-2-метилбутан-1-ол

Вопрос **2**
Пока нет
ответа
Балл: 1,0
⚑ Отметить
вопрос
⚙ Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 2-фенилпропан-1-ол
- ☐ 2-фенилпропан-2-ол
- ☐ 1-фенилэтан-1-ол
- ☐ (R)-1-фенилэтан-1,2-диол
- ☐ (S)-1-фенилэтан-1,2-диол

Вопрос 3

Пока нет

ответа

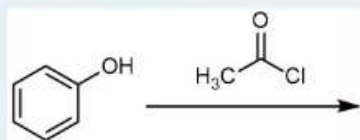
Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос



✎ Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:

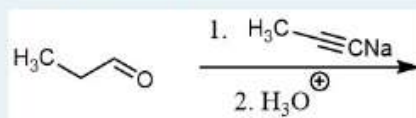


Выберите один ответ:

- ☐ этоксибензол
- ☐ 1-(4-гидроксифенил)этан-1-он
- ☐ фенилацетат
- ☐ этилбензоат
- ☐ 1-(2-гидроксифенил)этан-1-он

Вопрос 4
Пока нет ответа
Балл: 1,0
🚩 Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:

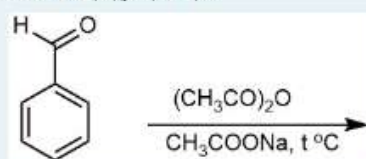


Выберите один ответ:

- ☐ гекс-4-ин-3-ол
- ☐ гекс-4-ен-3-ол
- ☐ гекс-4-ин-3-он
- ☐ гекс-2-ин
- ☐ гекс-4-ен-3-он

Вопрос 5
Пока нет ответа
Балл: 1,0
🚩 Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:

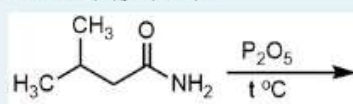


Выберите один ответ:

- ☐ 4-ацетилбензальдегид
- ☐ 3-фенилпропеновая кислота
- ☐ 3-фенилпропеналь
- ☐ 3-фенилпропаналь
- ☐ 2-ацетилбензальдегид

Вопрос 6
Пока нет ответа
Балл: 1,0
🚩 Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 3-метилбутановый ангидрид
- ☐ 3-метилбутановая кислота
- ☐ 3-метилбутаннитрил
- ☐ 4-метилпентаннитрил
- ☐ 3-метилбутан-1-амин

Вопрос 7

Пока нет
ответа

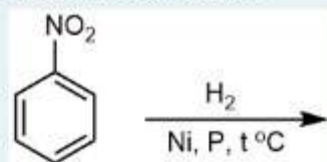
Балл: 1,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ анилин
- ☐ 1,2-дифенилгидразин
- ☐ гидрохлорид анилина
- ☐ ,2-дифенилдиазен
- ☐ N-фенилгидроксиламин

Вопрос 8

Пока нет
ответа

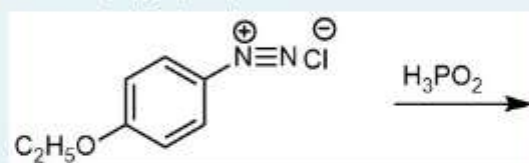
Балл: 1,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Основной продукт реакции:



Выберите один ответ:

- ☐ 1-хлор-4-этоксibenзол
- ☐ 4-этоксифенол
- ☐ 4-этоксанилин
- ☐ этоксibenзол
- ☐ 1-(хлорметил)4-этоксibenзол

Вопрос 9

Пока нет
ответа

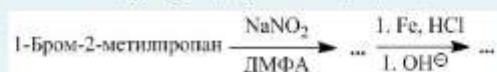
Балл: 2,0

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 2-Метил-1-нитропропан
- ☐ Изобутан
- ☐ Изобутилнитрит
- ☐ 2-Метилпропанамин
- ☐ 2,2-Диметилэтанамин

Вопрос: **10**

Пока нет
ответа.

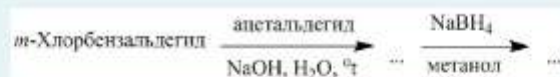
Балл: 2,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите структуру продуктов каждой реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 3-(*m*-Хлорфенил)пропанол
- ☐ 3-(*m*-Хлорфенил)пропен-2-ол
- ☐ 3-(*m*-Хлорфенил)пропен-2-аль
- ☐ 3-(*m*-Хлорфенил)пропаналь
- ☐ 3-(*m*-Хлорфенил)-3-гидроксипропан-2-аль

Вопрос: **11**

Пока нет
ответа.

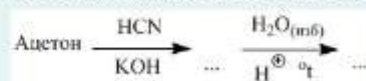
Балл: 2,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите структуру веществ каждого превращения:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ 2-Гидроксипропановая кислота
- ☐ 2-Метил-2-гидроксипропановая кислота
- ☐ 2-Метил-2-гидроксипропионитрил
- ☐ 2-Метилпропионитрил
- ☐ 2-Метилпропановая кислота

Вопрос: **12**

Пока нет
ответа.

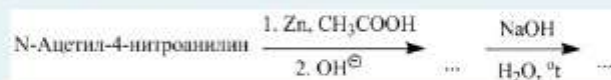
Балл: 2,0

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите структуру веществ каждого превращения:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ N-Ацетил-*p*-аминоанилин
- ☐ *p*-Нитрофенол
- ☐ *p*-Аминофенол
- ☐ *p*-Нитроанилин
- ☐ *p*-Аминоанилин

Вопрос 13
Пока нет
ответа
Балл: 2.0
Оценить
вопрос
✎
Редактировать
вопрос

Выберите все верные утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который не может быть далее превращён в ацеталь, поскольку гидроксид-ион является «плохой» уходящей группой
- ☐ Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который затем легко даёт карбонатом, стабилизированный резонансом, к которому и происходит присоединения второго моля спирта
- ☐ В данной реакции действием катализатора активирован нуклеофил
- ☐ Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который не может быть далее превращён в ацеталь, поскольку отсутствует подходящий протон, который мог бы быть отщеплён гидроксид-ионом
- ☐ Скоростью лимитирующей стадией является присоединение этанол-иона к карбонильной группе субстрата
- ☐ В данной реакции действием катализатора активирован атом углерода карбонильной группы

Вопрос 14
Пока нет
ответа
Балл: 4.0
Оценить
вопрос
✎
Редактировать
вопрос

Укажите все правильные фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ а. $\left[\text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \longleftrightarrow \text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \longleftrightarrow \text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \right] \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{H}_2\text{O}^+} \text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ б. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ в. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ г. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}^+} \left[\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \right] \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ д. $\left[\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \right] \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{H}_2\text{O}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ е. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ ж. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ з. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$
- ☐ и. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}^+} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{N}}}$

Вопрос 15
Пока нет
ответа
Балл: 2.0
Оценить
вопрос
✎
Редактировать
вопрос

Установите соответствие между реакцией и предполагаемым механизмом её протекания

4-Метилфенол + водный раствор брома

4-Пропилбензолдиазоний хлорид + N,N-диметиламин

Бензилбромид + этанол

Бензальдегид + анилин

2-Бромбутан + водный раствор гидроксида калия

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Вопрос 16
Пока нет
ответа
Балл: 3.0
Оценить
вопрос
✎
Редактировать
вопрос

Укажите правильную последовательность стадий, позволяющую осуществить указанное превращение наиболее рациональным способом

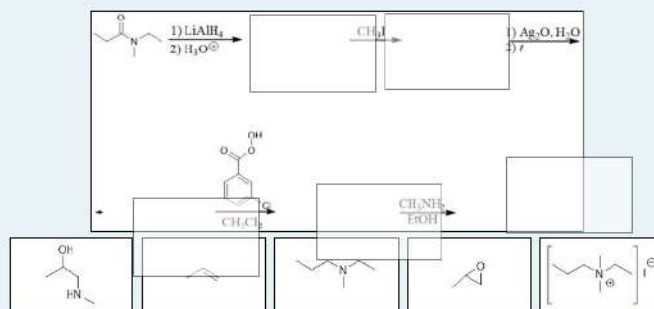


Выберите один ответ:

- ☐ 1) восстановлением исходного соединения водородом на никеле Ренея
- ☐ 2) ацилированием полученного на предыдущей стадии соединения уксусным ангидридом в пиридине
- ☐ 3) восстановлением полученного на предыдущей стадии соединения водородом на никеле Ренея
- ☐ 4) окислением полученного на предыдущей стадии соединения перманганатом калия в кислых условиях при нагревании
- ☐ 1) окислением исходного соединения перманганатом калия в кислых условиях при нагревании
- ☐ 2) восстановлением полученного на предыдущей стадии соединения водородом на никеле Ренея
- ☐ 3) взаимодействием полученного на предыдущей стадии соединения с нитритом натрия в 3-х эквивалентах соляной кислоты при 0°C
- ☐ 4) взаимодействием полученного на предыдущей стадии соединения с цианидом меди (I)
- ☐ 1) восстановлением исходного соединения водородом на никеле Ренея
- ☐ 2) окислением полученного на предыдущей стадии соединения перманганатом калия в кислых условиях при нагревании
- ☐ 3) взаимодействием полученного на предыдущей стадии соединения с нитритом натрия в 3-х эквивалентах соляной кислоты при 0°C
- ☐ 4) кислотный гидролиз полученного на предыдущей стадии соединения в присутствии серной кислоты полученного при нагревании
- ☐ 1) восстановлением исходного соединения избытком железа в соляной кислоте на первой стадии с последующим взаимодействием с водным раствором гидроксида натрия
- ☐ 2) взаимодействием полученного на предыдущей стадии соединения с 2-мя эквивалентами нитрита натрия с 6-ти эквивалентах соляной кислоты при 0°C
- ☐ 3) взаимодействием полученного на предыдущей стадии соединения с цианидом меди (I)
- ☐ 4) кислотный гидролиз полученного на предыдущей стадии соединения при нагревании

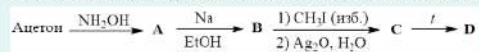
Вопрос 17
Пока нет ответа
Балл: 1.0
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Распределите соединения таким образом, чтобы получилась верная схема синтеза.



Вопрос 18
Пока нет ответа
Балл: 1.0
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

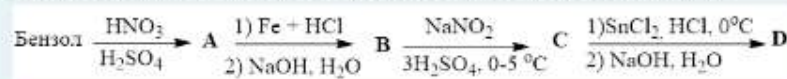
Установите соответствие между веществами A-D в схеме синтеза и их названиями



- A Выберите...
- B Выберите...
- C Выберите...
- D Выберите...

Вопрос 19
Пока нет ответа
Балл: 3.0
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

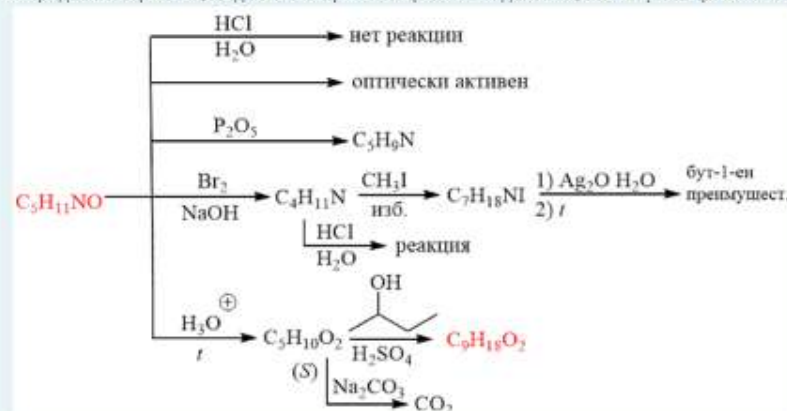
Установите соответствие между веществами A-D в схеме синтеза и их названиями



- A Выберите...
- B Выберите...
- C Выберите...
- D Выберите...

Вопрос 20
Пока нет ответа
Балл: 4.0
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Определите строение, выделенных красным цветом соединений, и выберите правильный ответ с их названиями.



Выберите один ответ:

- (R)-3-метилбутанамид; (S)-трет-бутил-3-метилбутанол
- (R)-N-метилбутанамид; (S)-изобутилпентанол
- (S)-2-метилбутанамид; (S)-втор-бутил-2-метилбутанол
- (S)-пентанамид; (R)-втор-бутилпентанол

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. 1. 368 с
2. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. II. 517 с
3. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. III. 388 с.
4. Органическая химия. Задания для подготовки к контрольным работам/ А. М. Борунов, Л. С. Красавина, Н. Я. Подхалюзина, А. Е. Щекотихин. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. 88 с.
5. Органическая химия. Руководство к практическим занятиям: учеб. пособие/ Н. А. Пожарская, И. В. Иванов, Л. С. Красавина, А. Е. Щекотихин. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. 132 с.
6. Органическая химия. Сборник примеров и задач: учеб. пособие/ И. В. Иванов, Н. А. Пожарская, М. В. Бермешев, А. Е. Щекотихин. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 92 с.

Б. Дополнительная литература

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Академкнига, 2004. Т. 1. 727 с.
2. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Академкнига, 2004. Т.2. 582 с.
3. Органическая химия. Задания для подготовки к контрольным работам. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.; 2001. 72 с.
4. Буянов В.Н., Манакова И.В., Таршиц Д.Л. Органическая химия: задания для подготовки к контрольным работам: Учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 299 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Научно-технические журналы:
 - Журнал «Известия АН. Серия химическая» ISSN 0002-3353
 - Журнал «Mendeleev Communications» ISSN 0959-9436
 - Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

[http:// www.elibrary.ru.ru](http://www.elibrary.ru.ru)

[http:// www.sciencedirect.com.ru](http://www.sciencedirect.com.ru)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: банк заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 371+); размещены на странице курса кафедры в системе управления курсами Moodle: <https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=10994>

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 30, (общее число слайдов – 537);
- банк тестовых заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 1000);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Органическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная доской с мелом или маркером и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических (семинарских) занятий, оборудованная доской с мелом или маркером; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты шариковых моделей для демонстрации пространственного строения органических веществ.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры с выходом в интернет, принтеры, сканеры, копировальные аппараты.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса и к практическим занятиям по дисциплине размещены на странице курса кафедры в системе управления курсами Moodle: <https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=10994>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
3	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки

Раздел 1. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ)	<i>Знает:</i> – теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений <i>Умеет:</i> – анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений <i>Владеет:</i> – основами номенклатуры и классификации органических соединений – основными теоретическими представлениями в органической химии	Оценка за самостоятельную работу №1 (3 семестр) Оценка за самостоятельную работу №2 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)
Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды	<i>Знает:</i> – способы получения и химические свойства основных классов органических соединений – основные механизмы протекания органических реакций <i>Умеет:</i> – анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений <i>Владеет:</i> – навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)
Раздел 3. Ароматические соединения	<i>Знает:</i> – способы получения и химические свойства основных классов органических соединений – основные механизмы протекания органических реакций <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов – анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений – составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения <i>Владеет:</i> – навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ	Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)

Раздел 4. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые эфиры	<i>Знает:</i> – способы получения и химические свойства основных классов органических соединений – основные механизмы протекания органических реакций <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов – анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений – составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения <i>Владеет:</i> – навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ	Оценка за самостоятельную работу №3 (4 семестр) Оценка за контрольную работу №4 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)
Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные	<i>Знает:</i> – способы получения и химические свойства основных классов органических соединений – основные механизмы протекания органических реакций <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов – анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений – составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения <i>Владеет:</i> навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ	Оценка за контрольную работу №5 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)
Раздел 6. Азотсодержащие и соединения	<i>Знает:</i> – способы получения и химические свойства основных классов органических соединений – основные механизмы протекания органических реакций <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов – анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений	Оценка за контрольную работу №6 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)

	– составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения <i>Владеет:</i> – навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Органическая химия»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии наноматериалов
профили – «Материаловедение для фотоники и электроники»
«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»,
«Электрохимия в материаловедении»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы биохимии для материаловедения и технологии
наноматериалов»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н. профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии
Н.М. Мурашовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14» мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Дисциплина **«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана (**Б1.В.12**). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют подготовку по дисциплинам «Общая и неорганическая химия» и «Органическая химия».

Цель дисциплины: ознакомить студентов с основными классами биологических молекул, их строением и функциями, дать понятие о строении и функциях биологических наноструктур в живой природе на примере энергетических процессов в клетке, процессов генерирования, восприятия и передачи сигналов, механического движения.

Задачи дисциплины:

ознакомление студентов с основами цитологии и вирусологии;

формирование у обучающихся глубоких и систематических знаний в области биохимии, в том числе по основным классам биологических молекул, их строению и функциям;

выработка на этой основе системного подхода к пониманию функционирования биологических наноструктур в живой природе на примере энергетических процессов в клетке, процессов генерирования, восприятия и передачи сигналов и механического движения;

формирование способности ориентироваться в научной литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии и вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук.

Дисциплина **«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»** преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»** при подготовке бакалавров по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;			модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- строение, свойства и биологические функции основных классов биомолекул;
- строение и работу наиболее важных биологических наноструктур;
- молекулярные механизмы восприятия, передачи и приема информации в живых системах;
- молекулярные механизмы получения и хранения энергии в живых системах;
- молекулярные механизмы механического движения в живых системах;

Уметь:

- видеть перспективы возможных биологических, медицинских и экологических приложений нанотехнологии;
- самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии;
- вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук;

Владеть:

- навыками анализа научно-технической литературы в области строения, свойств, функций и возможного применения наноструктур биологического происхождения.
- способностью использовать на практике знания о строении и функционировании биологических наноструктур, в том числе при разработке новых наноматериалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины	5,0	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64
Лекции (Лек)	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
Самостоятельная работа (СР):	3,2	116
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельная проработка разделов дисциплины	1,68	61,8
Подготовка докладов на семинарах	0,5	18
Подготовка к зачету	1,0	36
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины	5,0	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	48
Лекции (Лек)	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
Самостоятельная работа (СР):	3,2	87
Контактная самостоятельная работа	-	0,15
Самостоятельная проработка разделов дисциплины	1,7	46,35
Подготовка докладов на семинарах	0,5	13,5
Подготовка к зачету	1,0	27
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Основы биохимии, цитологии и вирусологии	18	4	4	10
1.1	Введение	7	1	1	5
1.2	Клетки и вирусы	11	3	3	5
2	Раздел 2. Основные классы биологических молекул	80	18	18	44
2.1	Белковые нанообъекты	27	6	6	15
2.2	Углеводные наноструктуры	10	2	2	6
2.3	Липиды и биологические мембраны	16	4	4	8
2.4	Наноструктура и функции нуклеиновых кислот	27	6	6	15
3	Раздел 3. Молекулярные механизмы функционирования биологических наноструктур	46	10	10	26
3.1	Молекулярные механизмы восприятия и передачи информации	18	4	4	10
3.2	Механическое движение	5	1	1	3
3.3	Молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах.	18	4	4	10
3.4	Достижения и перспективы развития нанобиотехнологии	5	1	1	3
	Подготовка к зачету	36	-	-	36
	Форма контроля – зачет с оценкой				
	Всего часов	180	32	32	116

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы биохимии, цитологии и вирусологии

1.1. Введение. Место биохимии среди других естественных наук. Объекты изучения биохимии. Связь биохимии и нанотехнологии. Биомиметика. Уровни организации биологических систем. Биологические объекты как наноструктуры и наномашин. Элементный состав живых организмов. Особая роль воды для живых организмов.

1.2. Клетки и вирусы. Основы клеточной теории. Прокариоты и эукариоты. Строение, функции и характерные размеры клеточных структур. Строение вирусных частиц. Классификация вирусов. Взаимодействие вирусов с клеткой. Лизогенный и литический путь. Вирусы как природные наномашин.

Раздел 2. Основные классы биологических молекул

2.1. Белковые нанообъекты. Аминокислоты: определение, общая формула, оптическая активность. Биологические функции аминокислот. Структура аминокислот. Незаменимые аминокислоты. Структура и биологические функции пептидов.

Биологические функции, характерные размеры молекул белков. Уровни организации структуры белков. Денатурация. Наноструктура коллагеновых волокон. Структура и функции гемоглобина. Структура и функции иммуноглобулинов.

Определение, номенклатура и классификация ферментов. Особенности действия ферментов как катализаторов. Строение активного центра ферментов. Механизм действия фермента - теория индуцированного соответствия. Основы ферментативной кинетики: влияние температуры, pH, концентрации фермента и субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Регуляция активности ферментов – конкурентное и неконкурентное ингибирование, аллостерическая регуляция, ковалентная модификация. Каскад ферментативных реакций на примере свертывания крови.

Коферменты. Примеры коферментов. Функции витаминов как коферментов. Другие функции витаминов. Примеры витаминов. Авитаминоз.

2.2. Углеводные наноструктуры. Строение и биологические функции углеводов. Моносахариды. Структурная и оптическая изомерия моносахаридов, линейные и циклические формы. Дисахариды – сахароза и лактоза. Полисахариды: целлюлоза, крахмал, гликоген, инулин, хитин, гиалуроновая кислота. Наноструктура клеточной стенки растений.

2.3. Липиды и биологические мембраны. Биологические функции и классификация липидов. Жирные кислоты. Триглицериды. Воски. Фосфолипиды. Стероиды, холестерин. Каротиноиды. Терпены.

Наноструктура клеточной мембраны – липидный бислой, периферические и интегральные белки. Функции клеточных мембран. Мембранный транспорт: простая и облегченная диффузия, активный транспорт. Механизм действия Na^+/K^+ -насоса. Роль ионных каналов в проведении нервного импульса.

2.4. Наноструктура и функции нуклеиновых кислот. Химический состав нуклеиновых кислот, азотистые основания. Упаковка ДНК, наноструктура хроматина. Принцип комплементарности, водородные связи между азотистыми основаниями. Наноструктура двойной спирали ДНК.

Свойства генетического кода, строение генов. Организация генетического материала, структурные гены и регуляторные участки. Интроны и экзоны. Мутации и факторы, их вызывающие. Репарация ДНК. Примеры наследственных заболеваний.

Процессы передачи генетической информации. Репликация ДНК, строение репликативной вилки. Транскрипция, работа РНК-полимеразы. Строение транспортной РНК. Строение и работа рибосомы. Основные стадии процесса трансляции.

Раздел 3. Молекулярные механизмы функционирования биологических наноструктур

3.1. Молекулярные механизмы восприятия и передачи информации.

Нервная и гуморальная регуляция организма. Понятие гормона. Особенности действия гормонов. Молекулярные механизмы действия гормонов: мембрано-опосредованный и цитозольный механизм. Классификация гормонов. Структура и биологические функции некоторых гормонов гипофиза и периферических желез. Гормональные нарушения.

Нервная регуляция, строение аксонов. Строение и работа нервно-мышечного синапса, нейромедиаторы. Органы чувств. Понятие рецептора. Строение и молекулярный механизм работы зрительного рецептора. Строение и механизм работы слухового рецептора. Молекулярный механизм восприятия вкуса на примере сахарозы.

3.2. Механическое движение. Строение микротрубочек. Молекулярная структура и работа клеточных ресничек. Вращательное движение жгутиков клетки («наномотор»). Строение мышечной клетки, миофибриллы. Наноструктура актина и миозина. Молекулярные механизмы мышечного сокращения.

3.3. Молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах. Понятие метаболизма, катаболизм и анаболизм. Центральные пути обмена. Ключевые метаболиты – пируват и ацетилКоА. Макроэргические молекулы.

Аэробное и анаэробное окисление углеводов. Гликолиз, его стадии. Пируватгидрогеназная реакция. Цикл Кребса. Общий материальный и энергетический баланс аэробного окисления глюкозы.

Строение и роль митохондрий. Механизм окислительного фосфорилирования, сопряжение процессов окисления и фосфорилирования, роль мембраны. Молекулярная организация дыхательной цепи.

Фотосинтез, световая и темновая стадии. Материальный и энергетический баланс фотосинтеза. Строение хлоропластов, структура хлорофилла. Механизм световой стадии фотосинтеза. Темновая стадия фотосинтеза, цикл Кальвина.

3.4. Достижения и перспективы развития нанобиотехнологии. Нанобиотехнология. Возможные биологические и медицинские приложения нанотехнологии и наноматериалов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:			
строение, свойства и биологические функции основных классов биомолекул;	+	+	-
строение и работу наиболее важных биологических наноструктур;	+	+	+
молекулярные механизмы восприятия, передачи и приема информации в живых системах;	-	-	+
молекулярные механизмы получения и хранения энергии в живых системах;	-	-	+
молекулярные механизмы механического движения в живых системах;	-	-	+
Уметь:			
видеть перспективы возможных биологических, медицинских и экологических приложений нанотехнологии;	-	-	+

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии;	+	+	+
вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук;	+	+	+
Владеть:			
навыками анализа научно-технической литературы в области строения, свойств, функций и возможного применения наноструктур биологического происхождения;	+	+	+
способностью использовать на практике знания о строении и функционировании биологических наноструктур, в том числе при разработке новых наноматериалов.	+	+	+
Код и наименование ПК			
ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме в объеме 32 акад. часа (0,9 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Основы биохимии. Биомиметика.	1
2	1.2	Основы цитологии.	1
3	1.2	Основы вирусологии.	2
4	2.1	Аминокислоты и пептиды	2
5	2.1	Структура белковых молекул.	1
6	2.1	Ферменты.	2
7	2.1	Витамины.	1
8	2.2	Углеводы.	2
9	2.3	Липиды.	2
10	2.3	Биомембраны.	2
11	2.4	Структура нуклеиновых кислот	3
12	2.4	Репликация, транскрипция, трансляция.	3
13	3.1	Гормоны.	2
14	3.1	Строение и работа нервно-мышечного синапса, нейромедиаторы.	1
15	3.1	Зрительный, слуховой и вкусовой рецепторы.	1
16	3.2	Молекулярные основы механического движения.	1
17	3.3	Гликолиз. Пируватгидрогеназная реакция. Цикл Кребса.	2
18	3.3	Окислительное фосфорилирование.	1
19	3.3	Фотосинтез.	1
20	3.4	Возможные биологические и медицинские приложения	1

	нанотехнологии и наноматериалов	

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов*» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «*Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов*» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 116 акад. часов (3,2 зач. ед.), в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины 62 акад. часа, подготовка докладов на семинарах в объеме 18 акад. часов и подготовка к зачету 36 акад. часов.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку докладов к практическим занятиям по предложенным темам (список тем приведен в разделе 8);
- подготовку к контрольным работам;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

На практических занятиях предусмотрено 2 обязательных доклада. Максимальная оценка за один доклад составляет 5 баллов, всего за доклады предусмотрено 10 баллов.

Примерные темы докладов.

Раздел 1. Основы биохимии, цитологии и вирусологии

1. Примеры изобретений, созданных с помощью биомиметического подхода
2. Роль некоторых макроэлементов в организме человека (взять для примера 3-4 макроэлемента)
3. Роль некоторых микроэлементов в организме человека (взять для примера 3-4 микроэлемента)
4. Современные гипотезы о происхождении жизни на Земле
5. История изучения клеток и создания современной клеточной теории
6. Строение и функции волокон цитоскелета в клетках эукариот
7. Прокариоты и их роль в биосфере
8. Классификация вирусов
9. Вирус иммунодефицита человека - подробно
10. Вирус гриппа - подробно

Раздел 2. Основные классы биологических молекул

1. Применение аминокислот в медицине.
2. Пептиды-нейромедиаторы: энкефалины и эндорфины.

3. Строение и действие пептидных токсинов из яда пчел и скорпионов.
4. Современные методы анализа аминокислотной последовательности белков (секвенирование).
 5. Структурные белки на примере кератина и фиброина.
 6. Белковые токсины – ботулиновый и столбнячный.
 7. Получение и применение моноклональных антител.
 8. Иммунофлуоресцентный анализ.
 9. Примеры лекарственных средств, являющихся ингибиторами ферментов (2-3 примера).
 10. Цинга и борьба с ней. История открытия и изучения аскорбиновой кислоты.
 11. Примеры авитаминозов (3-4 примера).
 12. История сахара. Современное производство свекловичного сахара.
 13. Целлюлоза и ее переработка. Получение бумаги.
 14. Гиалуроновая кислота и ее применение в косметике.
 15. История и современная технология мыла.
 16. Роль жировых отложений в организме человека. Полезно ли быть худой?
 17. Ланолин (шерстяной жир). Состав, выделение и применение.
 18. Строение и применение липосом.
 19. Проблема отторжения чужеродных клеток. Главный комплекс гистосовместимости
 20. Кальциевые каналы и их роль.
 21. Полимеразная цепная реакция и ее применение.
 22. Методы секвенирования ДНК.
 23. Программа «Геном человека»
 24. Основные методы генной инженерии.
 25. Генетически модифицированные организмы.

Раздел 3. Молекулярные механизмы функционирования биологических наноструктур

1. Гормоны гипофиза (примеры). Заболевания при их недостатке и избытке
2. Гормоны коры надпочечников (кортикостероиды). Заболевания при их недостатке и избытке
3. Сахарный диабет
4. Гормоны растений
5. Нейромедиаторы в ЦНС и их роль.
6. Фосфорорганические отравляющие вещества (зарин и др.) и механизм их действия на нервно-мышечную передачу сигнала
7. Молекулярный механизм восприятия запаха
8. Болевая чувствительность
9. Восприятие цвета у животных
10. Молекулярный механизм вращательного движения жгутиков клетки (молекулярный мотор)
11. Регуляция сокращения миофибрилл. Роль ионов Ca^{2+}
12. Метаболизм липидов
13. Вещества-разобщители процессов окисления и фосфорилирования
14. Проблема образования свободных радикалов при работе дыхательной цепи
15. Изменение метаболизма при длительном голодании. Кетоновые тела
16. Цикл Кальвина – подробно
17. C4-фотосинтез

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 15 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольную работу 3 составляет 20 баллов. Всего за три контрольные работы – 50 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 15 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 25 вопросов, по 0,6 балла за вопрос.

Вопрос 1. Не является биогенным элементом:

1 – С, 2 – N, 3 – H, 4 – Cl.

Вопрос 2. К биополимерам относятся:

1 – белки, полисахариды, аминокислоты, 2 – белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, 3 – нуклеиновые кислоты, аминокислоты, сахара, 4 – полисахариды, жирные кислоты, витамины.

Вопрос 3. Жизненный цикл ретровируса включает:

1 – построение цепи ДНК, комплементарной вирусной РНК, 2 – удвоение вирусной РНК, 3 – транскрипцию вирусной ДНК в РНК, 4 – обратимое превращение РНК в ДНК.

Вопрос 4. Самая маленькая по размеру и молекулярной массе из перечисленных аминокислот:

1 – пролин, 2 – гистидин, 3 – глицин, 4 – фенилаланин.

Вопрос 5. Токсины бледной поганки являются:

1 – аминокислотами, 2 – пептидами, 3 – белками, 4 – антибиотиками.

Вопрос 6. В молекуле белка β -структура образуется за счет:

1 – ковалентных связей, 2 – гидрофобных связей, 3 – внутрицепочечных водородных связей, 4 – межцепочечных водородных связей.

Вопрос 7. Молекулы иммуноглобулинов состоят из:

1 – одной легкой и двух тяжелых полипептидных цепей, 2 – трех легких и двух тяжелых полипептидных цепей, 3 – двух легких и двух тяжелых полипептидных цепей, 4 – четырех тяжелых цепей и четырех порфириновых колец.

Вопрос 8. Каталитическое действие ферментов основано на снижении энергии активации реакции за счет:

1 – нековалентных взаимодействий, 2 – образования промежуточных фермент-субстратных комплексов, 3 – сдвига химического равновесия, 4 – снижения энергии Гиббса реакции.

Вопрос 9. При неконкурентном ингибировании фермента:

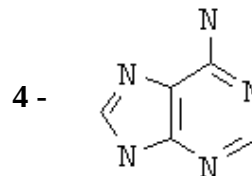
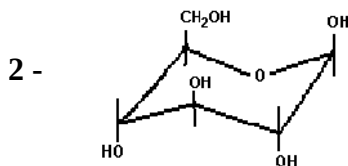
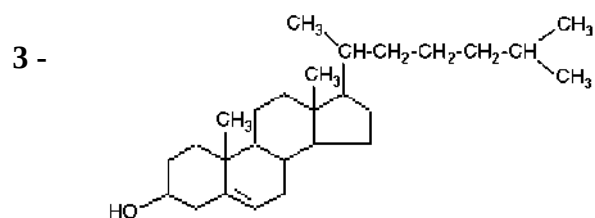
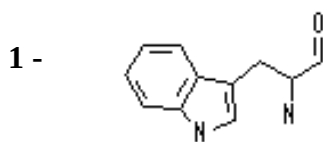
1 – ингибитор связывается с активным центром фермента, 2 – ингибитор связывается с субстратом, 3 – фермент, субстрат и ингибитор образуют прочный комплекс, 4 – ингибитор вызывает денатурацию фермента.

Вопрос 10. Функция пиридоксина в биохимических реакциях:

1 – перенос аминогрупп, 2 – перенос CH_3COO - групп, 3 – регуляция обмена кальция, 4 – перенос H^+ в окислительно-восстановительных реакциях.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 15 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 25 вопросов, по 0,6 балла за вопрос.

Вопрос 1. Укажите формулу глюкозы:

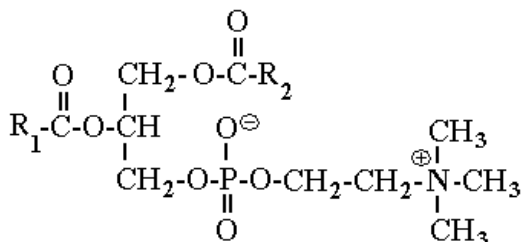


Вопрос 2. Кислота $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$ называется:

1 – олеиновая, 2 – пальмитиновая, 3 – уксусная, 4 – арахидоновая.

Вопрос 3. На рисунке приведена формула:

1 – фосфатидилхолина, 2 – сфингомиелина, 3 – мирицилпальмитата, 4 – холестерина.



Вопрос 4. Интегральные белки в составе биологических мембран:

1 – находятся на внешней поверхности, 2 – находятся на внутренней поверхности, 3 – могут пронизывать мембрану насквозь.

Вопрос 5. Работа Na^+/K^+ -АТФ-азы осуществляется за счет :

1 – энергии гидролиза АТФ, 2 – энергии разложения липидов бислоя, 3 – энергии разности потенциалов, 4 – градиента концентраций натрия.

Вопрос 6. У эукариот ядерная ДНК связана с:

1 – белково-углеводными комплексами, 2 – ферментами репликации, 3 – особыми белками – гистонами, 4 – особыми белково-углеводными комплексами.

Вопрос 7. В молекуле ДНК:

1 – сахарофосфатный остов располагается внутри двойной спирали, 2 – сахарофосфатный остов и азотистые основания располагаются по периферии двойной спирали, 3 – азотистые основания располагаются внутри двойной спирали, 4 – азотистые основания располагаются по периферии двойной спирали.

Вопрос 8. Для репликации ДНК необходимы:

1 – набор нуклеотидфосфатов (АТФ, ГТФ, ЦТФ, ТТФ) и ДНК-полимераза, 2 – набор нуклеотидфосфатов и ДНК-матрица, 3 – праймер, набор нуклеотидфосфатов и ДНК-полимераза, 4 – ДНК-полимераза, набор нуклеотидфосфатов, ДНК-матрица и праймер.

Вопрос 9. РНК-полимераза необходима для:

1 – синтеза двойной цепи ДНК, 2 – осуществления процесса транскрипции, 3 – осуществления процесса трансляции, 4 – осуществления процесса репликации.

Вопрос 10. В ходе трансляции информация считывается с:

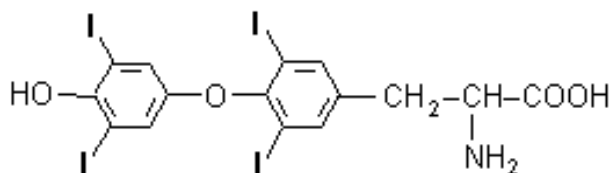
1 – двойной цепи ДНК, 2 – рибосомной РНК, 3 – транспортной РНК, 4 – матричной РНК.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 25 вопросов, по 0,75 балла за вопрос.

Вопрос 1. При восприятии и передаче гормонального сигнала по мембрано-опосредованному механизму аденилатциклаза играет роль:

1 – рецептора, 2 – усилителя, 3 – преобразователя, 4 – ингибитора.

Вопрос 2. На рисунке приведена формула:



1 – альдостерона,

2 – кортизола;

3 – адреналина;

4 – тироксина.

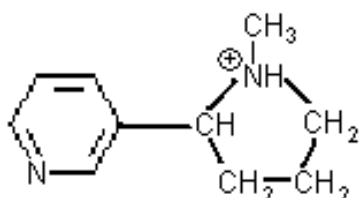
Вопрос 3. Тестостерон является:

1 – мужским половым гормоном, 2 – женским половым гормоном, 3 – гормоном коры надпочечников, 4 – гормоном желудочно-кишечного тракта.

Вопрос 3. В ходе передачи сигнала через синапс происходит:

1 – преобразование электрического сигнала в механический, а затем в химический, 2 – преобразование электрического сигнала в химический, а затем в механический, 3 – преобразование химического сигнала в электрический, 4 – преобразование электрического сигнала в химический, а затем опять в электрический.

Вопрос 4. На рисунке приведена формула:



1 – ацетилхолина,

2 – γ -аминомасляной кислоты,

3 – никотина,

4 – глутамина.

Вопрос 5. На молекулярном уровне восприятие светового сигнала происходит за счет:

1 – окисления ретинила, 2 – восстановления ретинила, 3 – цис- транс-изомеризации ретинила.

Вопрос 6. В отсутствии АТФ в мышечной клетке:

1 – головка миозина присоединена к актиновой нити, 2 – головка миозина присоединена к миозиновой нити, 3 – головка миозина отделена от актиновой нити, 4 – головка миозина отделена от миозиновой нити.

Вопрос 7. Процессы ферментативной деградации, в ходе которых крупные органические молекулы разрушаются до простых органических и неорганических соединений с одновременным выделением свободной энергии, называются:

1 – перевариванием, 2 – катаболическими путями, 3 – анаболическими путями, 4 – центральными путями обмена.

Вопрос 8. В ходе **первого этапа** гликолиза происходит:

1 – распад гексозы на две триозы и запасание энергии в виде АТФ, 2 – распад гексозы на две триозы и расход энергии в виде АТФ, 3 – распад гексозы до двух молекул молочной кислоты и запасание энергии, 4 – распад гексозы до углекислого газа и воды.

Вопрос 9. При окислительном фосфорилировании сопрягаются процессы:

1 – окисления глюкозы и фосфорилирования АДФ, 2 – окисления фосфоенолпирувата и образования АТФ, 3 – окисления глюкозы и фосфорилирования глицеральдегида, 4 – окисления НАДН или ФАДН₂ и образования АТФ.

Вопрос 10. В ходе **темновой** фазы фотосинтеза происходит:

1 – фотохимическое возбуждение хлорофилла, 2 – окислительное расщепление воды, 3 – синтез АТФ, 4 – синтез углеводов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Билет для зачета с оценкой содержит 3 вопроса по каждому из разделов дисциплины.
1 вопрос – 12 баллов, вопрос 2 – 12 баллов, вопрос 3 – 16 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

1. Объекты изучения биохимии. Связь биохимии и нанотехнологии. Биомиметика.
2. Взаимодействие вирусов с клеткой. Лизогенный и литический путь.
3. Структура аминокислот. Биологические функции аминокислот. Незаменимые аминокислоты.
4. Основы ферментативной кинетики. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
5. Структурная и оптическая изомерия моносахаридов, линейные и циклические формы.
6. Стероиды, холестерин. Каротиноиды. Терпены.
7. Упаковка ДНК, наноструктура хроматина.
8. Транскрипция, работа РНК-полимеразы.
9. Молекулярные механизмы действия гормонов: мембрано-опосредованный и цитозольный механизм.
10. Строение и работа нервно-мышечного синапса, нейромедиаторы.
11. Строение мышечной клетки, миофибриллы. Наноструктура актина и миозина. Молекулярные механизмы мышечного сокращения.
12. Понятие метаболизма, катаболизм и анаболизм. Центральные пути обмена. Ключевые метаболиты – пируват и ацетилКоА.
13. Гликолиз, его стадии. Материальный и энергетический баланс гликолиза.
14. Механизм окислительного фосфорилирования
15. Фотосинтез, световая и темновая стадии. Материальный и энергетический баланс фотосинтеза.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

«Утверждаю» <u>И.о. зав. кафедрой</u> НМНТ (Должность, название кафедры) <u>М.Ю. Королева</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) « » 202_г.	<i>Министерство науки и высшего образования РФ</i>
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	<i>Кафедра наноматериалов и нанотехнологии</i>
	«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»
Билет № 1 1. Объекты изучения биохимии. Связь биохимии и нанотехнологии. Биомиметика. 2. Структурная и оптическая изомерия моносахаридов, линейные и циклические формы. 3. Молекулярные механизмы действия гормонов: мембрано-опосредованный и цитозольный механизм.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н.М. Мурашова Биологические наноструктуры. (учебное пособие) М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010 – 152 с.
2. Н. Г. Луценко, С. В. Калёнов, А. В. Белодед Начала биохимии [Текст]: в 2 ч: Учебное пособие /. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. - ISBN 978-5-7237-0922-5. Ч.1: Курс лекций. - 2011. - 156 с.

Б. Дополнительная литература

1. В.П. Комов, В.Н. Шведова Биохимия. Учебник для академического бакалавриата. 4-е изд. М.: Юрайт, 2022 г.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Успехи химии», ISSN 0042-1308
2. Журнал «Биохимия», ISSN 0006-2979
3. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

4. Научная электронная библиотека www.sciencedirect.com.
5. База данных научных статей <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- набор тем докладов, общее число тем – более 50
- банк тестовых заданий для контрольных работ
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов»);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

– Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

– Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf (дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина *«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»* включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение учебного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Теоретические основы материала разделов дисциплины излагаются на лекциях преподавателем. Практическое освоение учебного материала на семинарах проводится как в форме примеров, разбираемых преподавателем на семинарах, так и в форме подготовки докладов студентами по выбранным из списка темам. Делать доклады можно как в сопровождении компьютерных презентаций, так и без них. Продолжительность доклада – 5-10 мин.

Выполнение практических работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета.

Совокупная оценка текущей работы студента бакалавриата в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 50 баллов) и за доклады (максимальная оценка 10 баллов). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина **«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»** изучается в 5 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине **«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»**, является формирование у студентов компетенций в области наноматериалов и наноструктур биологического происхождения.

Необходимо уделить внимание формированию у студентов глубоких и систематических знаний в области биохимии, в том числе по основным классам биологических молекул, их строению и функциям; выработке системного подхода к пониманию функционирования биологических наноструктур в живой природе на примере энергетических процессов в клетке, процессов генерирования, восприятия и передачи сигналов и механического движения; формированию способности ориентироваться в научной литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии и вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Для более полной и глубокой проработки материала дисциплины, в том числе на конкретных примерах, предусмотрено проведение практических занятий как в форме примеров, разбираемых преподавателем на семинарах, так и в форме докладов обучающихся по выбранным из списка темам. Подготовка докладов направлена на повышение интереса к изучаемой дисциплине, она стимулирует обучающихся к самостоятельной творческой работе по изучаемой тематике. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г составляет 1 708 372 экз. изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы биохимии для материаловедения и технологии наноматериалов»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью. Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки, размещенные на сайте кафедры наноматериалов и нанотехнологии (<http://nano.muctr.ru> дата обращения 15.11.2019), в том числе темы докладов по дисциплине «Биологические наноструктуры».

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	• Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath		версию продукта)		
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы	Знает:	Оценка за доклады.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
биохимии, цитологии и вирусологии	- строение, свойства и биологические функции основных классов биомолекул; - строение и работу наиболее важных биологических наноструктур; <i>Умеет:</i> - самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии; - вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук; <i>Владеет:</i> - навыками анализа научно-технической литературы в области строения, свойств, функций и возможного применения наноструктур биологического происхождения; - способностью использовать на практике знания о строении и функционировании биологических наноструктур, в том числе при разработке новых наноматериалов.	Оценка за первую контрольную работу Оценка на зачете.
Раздел 2. Основные классы биологических молекул	<i>Знает:</i> - строение, свойства и биологические функции основных классов биомолекул; - строение и работу наиболее важных биологических наноструктур; <i>Умеет:</i> - самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии; - вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук; <i>Владеет:</i> - навыками анализа научно-технической литературы в области строения, свойств, функций и возможного применения наноструктур биологического происхождения; - способностью использовать на практике знания о строении и функционировании биологических наноструктур, в том числе при разработке новых наноматериалов.	Оценка за доклады. Оценка за вторую контрольную работу Оценка на зачете.
Раздел 3. Молекулярные механизмы	<i>Знает:</i> - молекулярные механизмы восприятия, передачи и приема информации в живых	Оценка за доклады. Оценка за третью контрольную работу

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
функционирования биологических наноструктур	системах; - молекулярные механизмы получения и хранения энергии в живых системах; - молекулярные механизмы механического движения в живых системах; <i>Умеет:</i> - видеть перспективы возможных биологических, медицинских и экологических приложений нанотехнологии; - самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии; - вести диалог и сотрудничество с представителями медицинских и биологических наук; <i>Владеет:</i> - навыками анализа научно-технической литературы в области строения, свойств, функций и возможного применения наноструктур биологического происхождения; - способностью использовать на практике знания о строении и функционировании биологических наноструктур, в том числе при разработке новых наноматериалов.	Оценка на зачете.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы информационных технологий»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.
- д.т.н., профессором кафедры информатики и компьютерного проектирования Соломатиным А.С.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шакиной Э.А.
- старшим преподавателем кафедры информатики и компьютерного проектирования Сафоновой В.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«21» мая 2025 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой **информатики и компьютерного проектирования** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Основы информационных технологий»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. В дисциплине изучаются теоретические аспекты современной теории информационных систем. Подробно описаны формы представления информации, основы информационной культуры, инструменты информационного поиска, проблемы информационного общества, информационные технологии передачи и обработки информации, сведения об экономических информационных системах и технических средствах информационных технологий. Изучение дисциплины базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в общеобразовательной или профессиональной образовательной организации. Предполагается, что студенты знакомы с основными понятиями информатики. Студенты также должны владеть основными навыками работы с ПК.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения дисциплины у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи дисциплины – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

Дисциплина **«Основы информационных технологий»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1; Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации ОПК-8.2; Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности

		ОПК-8.3; Отбирает и применяет прикладное программное обеспечения для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80
Лекции (Л)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	32
Самостоятельная работа (СР)	0,78	28
Переработка учебного материала	0,17	6
Подготовка к практическим занятиям	0,17	6
Подготовка к лабораторным работам	0,17	6
Подготовка к экзамену	0,17	6
Подготовка к промежуточному контролю	0,1	4
Другие виды самостоятельной работы	0	-
Виды контроля		
Экзамен	1	36
Вид итогового контроля:	Экзамен	

Вид учебной работы	Семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60
Лекции (Л)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,88	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	24
Самостоятельная работа (СР)	0,78	21
Переработка учебного материала	0,17	4,5
Подготовка к практическим занятиям	0,17	4,5
Подготовка к лабораторным работам	0,17	4,5
Подготовка к экзамену	0,17	4,5
Подготовка к промежуточному контролю	0,1	3
Другие виды самостоятельной работы	0	-
Виды контроля		
Экзамен	1	27
Вид итогового контроля:	Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Академ. час.				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы информационных технологий	29	4	10	8	7
1.1	Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office.	6	1	2	2	1
1.2	Текстовый редактор WORD. Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.	6	1	2	2	1
1.3	Табличный процессор EXCEL. Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач.	6	1	2	2	1
1.4	EXCEL. Операции с массивами.	5,5	0,5	2	1	2
1.5	EXCEL Построение графиков и диаграмм.	5,5	0,5	2	1	2
2.	Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB	29	3	9	10	7
2.1	Алгоритмы, типы алгоритмов. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica. Характеристики языков программирования.	7	1	3	2	1

2.2	Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация.	9	1	2	4	2
2.3	Построение графиков функции одной и двух переменных.	6,5	0,5	2	2	2
2.4	Операции над массивами: векторами и матрицами.	6,5	0,5	2	2	2
3.	Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB	27	4	8	8	7
3.1	Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода.	4	1	1	1	1
3.2	Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности.	3,5	0,5	1	1	1
3.3	Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов.	5,5	0,5	2	2	1
3.4	Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения.	7	1	2	2	2
3.5	Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции.	7	1	2	2	2
4.	Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.	23	5	5	6	7
4.1	Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Программно-техническое обеспечение.	7	2	1	2	2

4.2	Глобальные сети различного масштаба. Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации.	7	1	2	2	2
4.3	Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации.	4	1	1	1	1
4.4	Реляционная база данных ACCESS.	5	1	1	1	2
	ИТОГО	108	16	32	32	28
	Экзамен	36	-	-	-	-
	ИТОГО	144	16	32	32	28

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы информационных технологий

1.1. Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office. Классификация программных средств. Системное и прикладное программное обеспечение ПК. Обзор операционных систем (ОС). Принципы создания и состав ОС: ядро, интерфейс, драйверы. Краткая характеристика WINDOWS, модульный принцип построения. Среда WINDOWS: окна, их элементы, работа в многооконном режиме.

1.2. Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.

1.3. Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц. EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.

1.4. EXCEL. Операции с массивами. Разработка и реализация простейших алгоритмов с использованием возможностей редактора (нахождение максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождение суммы элементов вектора и матрицы, вычисление матричных выражений). Решение вычислительных задач с использованием таблиц. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы.

1.5. EXCEL Построение графиков и диаграмм. Расчет функциональных зависимостей и построение графических изображений с использованием стандартных функций EXCEL и мастера функций. Построение поверхностей с использованием мастера диаграмм. Построение линий тренда.

Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB

2.1. Алгоритмы, типы алгоритмов. Понятие алгоритма и его свойства. Способы записи алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Пакет компьютерной математики MATLAB. Характеристики языков программирования. Эволюция и классификация языков программирования, императивные, функциональные, логические, объектно-ориентированные, их комбинации. Понятия трансляции, компиляции, интерпретации, их различия. Языки программирования высокого уровня. Структурное программирование, его особенности. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica.

2.2. Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации. Операторы языка программирования MATLAB. Основные решатели (solvers) MATLAB для реализации вычислительных алгоритмов. Библиотека стандартных функций size, length, numel, zero, ones, linspace, sum, abs, sin, cos, exp, log, sqrt, num2str, disp, printf.

2.3. Построение графиков функции одной и двух переменных. Использование функций plot, subplot, polar, mesh, surf, polar, meshgrid, surf, contour, оформление графиков(заголовки, подписи по осям и пр.).

2.4. Операции над массивами: векторами и матрицами - сложение, умножение, транспонирование, обращение (inv), вычисление нормы (norm), ранга (rank) и определителя матрицы (det). Алгоритмы нахождения максимального, минимального элемента в массиве, алгоритмы сортировки и их реализация (например, Selection Sort).

Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB

3.1. Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода. Элементы теории погрешностей, классификация погрешностей, абсолютная и относительная погрешность, понятие функции нормы. Введение в статистику. Алгоритмы для статистической обработки информации (вычисление точечных и интервальных

оценок результатов измеряемой величины), их реализации в ПКМ MATLAB. Использование функций min, max, median, var, polyfit, polyval.

3.2. Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности. Функции MATLAB для работы с многочленами polyld, polyval, polyfit, polyder, polyint.

3.3. Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций trapz, quad, integral

3.4. Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения $f(x)=0$. Отделение корней. Алгоритмы уточнения корня (метод половинного деления, Ньютона, простой итерации). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB по блок- схемам и с использованием решателей roots, fzero.

3.5. Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции. Вычислительные алгоритмы нахождения локальных и глобальных экстремумов (метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения), их реализации по блок- схемам и с использованием решателя fminbnd в среде MATLAB.

Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных

4.1. Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети. Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы (особые языки, на которых обмениваются информацией компьютеры в сети, например, TCP, TCP/IP, UDP).

4.2. Глобальные сети различного масштаба (WAN –Wide Area Net, MS Network, Internet). Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации: надежность компьютера, сохранность данных, защита от внесения изменений неуполномоченными 50 лицами, сохранение тайны переписки в электронной сети Алгоритмы защиты информации: методы защиты, компьютерные вирусы и борьба с ними. Методы реализации защиты информации: программные, аппаратные, организационные.

4.3. Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.

4.4. Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора. Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)	+			+
2	– современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.		+	+	
	Уметь:				
3	– выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности		+	+	
4	– анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.				+
	Владеть:				
5	– навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	+			
6	– навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.		+		+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные</u> и <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
7	ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1; Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации	+	+	+	+
		ОПК-8.2; Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности	+	+	+	+
		ОПК-8.3; Отбирает и применяет прикладное программное обеспечения для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Структура операционных систем, пакеты прикладных программ Microsoft Office и их аналоги.	2
2	1.2.	Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point).	2
3	1.3.	EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.	2
4	1.4.	EXCEL. Операции с массивами. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы и методом Гаусса	2
5	1.5.	Построение графиков и диаграмм. Линии тренда.	2
6	2.1.	Характеристики языков программирования. Основные структуры и принципы структурного программирования.	1
7	2.2.	Алгоритмы, типы алгоритмов.	2
8	2.3.	Среда MATLAB. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации.	2
9	2.4.	Построение графиков функции одной и двух переменных в среде MATLAB.	2
10	2.5.	Операции над массивами: векторами и матрицами в среде MATLAB.	2
11	3.1.	Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности.	2
12	3.2.	Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов.	2
13	3.3.	Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения.	2
14	3.4.	Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции.	2
15	4.1.	Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети.	1
16	4.2.	Глобальные сети различного масштаба (WAN – Wide Area Net, MS Network, Internet).	2

17	4.3.	Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.	1
18	4.4.	Система управления базами данных ACCESS: создание пользовательских СУБД, формирование запросов, отчетов и форм.	1

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Основы информационных технологий*», а также дает:

- знания об основных численных методах, необходимых химикам-технологам;
- умения пользоваться пакетами прикладных программ для обработки, представления и передачи данных;
- умения разрабатывать и пользоваться различными системами баз данных;

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 34 балла (максимально по 2 балла за каждую работу, всего 17 работ). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1.	Освоение операционной среды WINDOWS.	2
2	1.2.	Редакторы химических и математических формул, текстовый редактор WORD, Power Point. (краткий обзор). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.	2
3	1.3.	Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц.	2
4	1.4.	EXCEL: операции с массивами. Алгоритмы и основы программирования на примере нахождения максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождения суммы элементов вектора и матрицы; вычисление матричных выражений.	2
5	2.1.	Основы М-языка – структура программы, операторы, основные языковые конструкции, функции.	2
6	2.2.	Среда MATLAB: структура пакета, интерфейс, рабочее пространство и командное окно	2
7	2.3.	Построение графиков (плоских и объемных) в среде MATLAB.	2
8	2.4.	Статистическая обработка результатов измерений.	2

		Вычисление точечных (среднего, дисперсии, стандарта) и интервальных оценок случайной величины. Функции MATLAB для обработки статистических данных.	
9	2.5.	Операции над массивами, матричные вычисления. Реализация и отладка алгоритмов в MATLAB. Написание скриптов нахождения максимального, минимального элемента в массиве.	2
10	3.1.	Приближение функций. Интерполяция, многочлен Лагранжа. Функции MATLAB для работы с многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности.	2
11	3.2.	Вычисление определенных интегралов. Алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов, достижение требуемой погрешности. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций и решателей trapz, quad.	2
12	3.3.	Решение нелинейного уравнения $f(x)=0$. Отделение корней. Методы уточнения корня (половинного деления, простой итерации, Ньютона). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB. Встроенные функции MATLAB поиска корней нелинейного уравнения fzero, root.	2
13	3.4.	Поиск экстремума функции одного аргумента. Встроенные функции MATLAB для одномерной безусловной оптимизации fminbnd.	2
14	4.1.	Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы TCP, TCP/IP, UDP	2
15	4.2.	Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам.	2
16	4.3.	Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора.	1
17	4.4.	Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.	1

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **экзамена** (1 семестр) и лабораторного практикума (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 21 балл), лабораторного практикума (максимальная оценка 34 балла), сдачи реферата (максимальная оценка 5 баллов) и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

№ п/п	Тема работы
1	Аппаратные средства ПК
2	Поколения ЭВМ
3	История языков программирования
4	Компьютерные сети и их топология
5	Компьютерные вирусы. Методы заражения и борьбы с вирусами
6	Искусственный интеллект: история и перспективы развития, специальные языки программирования
7	Редакторы химических формул
8	Структура сети интернет. IP-адреса и IP-протоколы
9	Криптография и криптосистемы
10	Системы управления базами данных
11	Электронная почта. Принцип работы
12	Поисковые системы. Операторы продвинутого поиска
13	Программное обеспечение вашей специальности
14	Языки технологических расчетов Matlab, Mathcad и Python
15	Синхронизация файлов. Dropbox, ownCloud, BT Sync
16	Dendral – искусственный распознаватель химических структур
17	Web-сервер. Принцип работы, назначение, программное обеспечение для запуска.

Реферат выполняется в форме интерактивной презентации. Оценивается реферат в 5 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 21 балл, по 7 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 1 балл за первый вопрос, по 2 балла за второй и третий вопрос.

Вариант контрольной работы

1. Используя редактор математических формул, записать следующую формулу:

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k}$$

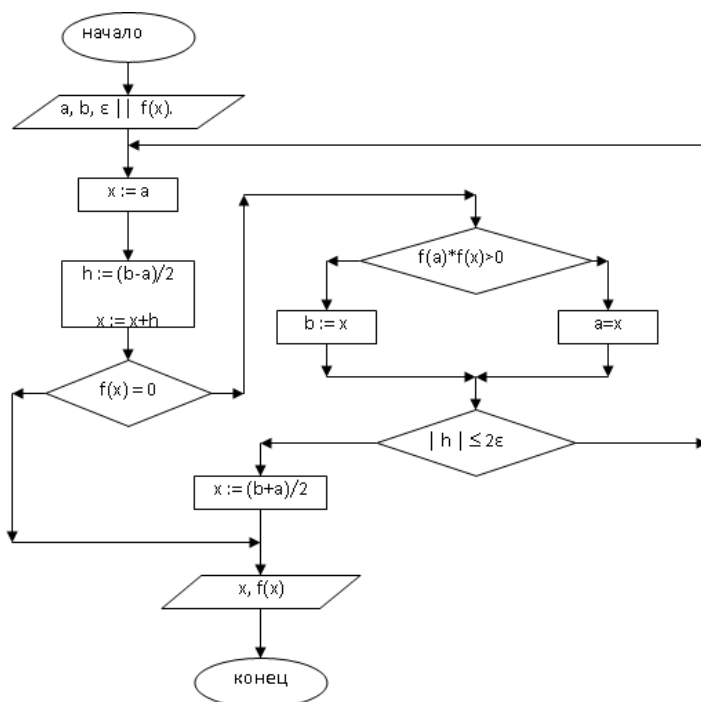
2. Построить поверхность $z=2x^3-3y^2$
3. Решить СЛАУ методом обратной матрицы:

$$\begin{cases} -7x_1 - 2x_2 - 3x_3 = -7 \\ x_1 - 6x_2 + x_3 = -6 \\ 6x_3 = 6 \end{cases}$$

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 3 балла за первый вопрос, 4 балла за второй вопрос.

Вариант контрольной работы

1. Алгоритмы методов. Оценка погрешностей методов.
2. Составить программу решения уравнения $f(x)=0$ на MATLAB в соответствии с заданной блок-схемой:



Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 3 балла за первый вопрос, 4 балла за второй вопрос.

Вариант контрольной работы

1. Типы баз данных
2. Работа с запросами в базах данных. Для таблицы «Члены-корреспонденты Академии наук» с помощью запросов на выборку изменить порядок следования полей, сделать невидимыми указанные поля, отсортировать записи по предложенному критерию, вывести на экран записи, отвечающие данным условиям.

ФИО	Дата рождения	Специализация	Пол	Год присвоения звания
Александрович А. И.	22.01.1906	поэт	м	1930
Амбросов А. Л.	16.06.1912	фитопатолог-вирусолог	м	1970
Аринчин М. И.	28.02.1914	физиолог	м	1966
Бабосов Е. М.	23.02.1931	философ	м	1977
Бирич Т. В.	10.01.1905	офтальмолог	ж	1972
Бокуть Б. В.	27.10.1926	физик	м	1974
Бондарчик В.К.	01.08.1920	этнограф	м	1972
Будыка С. Х.	17.03.1909	гидролог	м	1972
Гуринович Г. П.	26.04.1933	физик	м	1970
Иванов А. П.	29.12.1929	физик	м	1974
Каменская Н. В.	10.01.1914	историк	ж	1959
Комаров В. С.	29.01.1923	химик	м	1970
Кулаковская Т. Н.	17.02.1919	агрохимик-почвовед	ж	1969
Мацкевич Ю. Ф.	27.07.1911	языковед	ж	1969
Пилипович В. А.	05.01.1931	физик	м	1977
Сикорский В. М.	10.10.1923	историк	м	1972
Старобинец Г. Л	14.05.1910	химик	м	1969
Судник М. Р.	08.11.1910	языковед	м	1970
Ткачев В. Д.	19.02.1939	физик	м	1974
Хотылева Л. В.	12.03.1928	генетик	ж	1972
Шабуня К. И.	28.10.1912	историк	м	1969
Широканов Д. И.	20.05.1929	философ	м	1974

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 1 баллов.

Список теоретических вопросов к экзамену.

1. Наука информатика. Цели и задачи. Информатика, информация и информатизация
2. Два подхода к измерению информации. Измерение информации.
3. История развития ЭВМ. Поколения ЭВМ

4. Системы счисления и их использование в ЭВМ. Правила перевода чисел из различных систем счисления
5. Структура ЭВМ по фон Нейману. Основные устройства
6. Внешние запоминающие устройства. Размещение информации на носителях
7. Программное обеспечение. Структура, типы.
8. Интерфейс, дружественный интерфейс. Драйверы. Сервисные средства
9. Языки программирования. История создания. Языки высокого уровня
10. Компиляторы и интерпретаторы. Основы структурного программирования
11. Компьютерные сети. Топология сетей.
12. Компьютерные сети. Уровни сетей.
13. Компьютерные сети. Глобальные и локальные сети. Основные сервисы глобальной сети.
14. Компьютерные сети. Сетевые протоколы. Доменные имена
15. Базы данных. Типы баз данных. Структура базы данных
16. Базы данных. Реляционные модели данных.
17. Базы данных. Типы отношений. Нормализация отношений.
18. Алгоритмы и блок-схемы. Основные элементы блок-схем.
19. Алгоритмы и блок-схемы. Основные типы блок-схем.
20. Матричные операции. Типы матриц. Вектор-столбцы и вектор-строки.
21. Действия с массивами. Операции умножения, сложения, транспонирования. Вычисление евклидовой нормы.
22. Системы линейных алгебраических уравнений. Матричное представление СЛАУ. Обусловленность СЛАУ
23. Решение СЛАУ методом обратной матрицы.
24. Приближение функции. Интерполяция многочленом Лагранжа
25. Приближение функции. Аппроксимация методом наименьших квадратов
26. Методы численного интегрирования. Оценка погрешности методов.
27. Решение нелинейного уравнения. Отделение корней.
28. Решение нелинейного уравнения. Уточнение корней. Метод половинного деления.
29. Решение нелинейного уравнения. Уточнение корней. Метод касательных.
30. Поиск экстремума функции одной переменной. Задача одномерной оптимизации. Метод деления отрезка пополам.
31. Поиск экстремума функции одной переменной. Задача одномерной оптимизации. Метод деления отрезка на 3 равные части.
32. Поиск экстремума функции одной переменной. Задача одномерной оптимизации. Метод золотого сечения.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Экзамен по дисциплине «*Основы информационных технологий*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» <u>И.о. зав. кафедрой ИКП</u> (Должность, наименование кафедры) <u>Панкрушина А.В.</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра информатики и компьютерного проектирования
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Основы информационных технологий Билет № 1 1. Алгоритмы и блок-схемы. Основные элементы блок-схем. 2. Написать программу по заданной блок-схеме <pre> graph TD Start([Начало]) --> Input[/Ввод a, b, c/] Input --> Init[min = a] Init --> Dec1{b < min} Dec1 -- Да --> Assign1[min = b] Assign1 --> Dec2{c < min} Dec1 -- Нет --> Dec2 Dec2 -- Да --> Assign2[min = c] Assign2 --> Output[/Вывод min/] Dec2 -- Нет --> Output Output --> End([Конец]) </pre>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А., Павлов А.С. Приближение функции с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 80 с.
2. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А. Одномерная и многомерная оптимизация с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. – 96 с.
3. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Васильев А.С. Решение вычислительных задач на языке Python в химии и химической технологии: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 176 с.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: [учеб. пособие] / Гартман Т.Н., Клушин Д.В. – СПб.: Изд-во Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шакина Э.А., Сафонова В.Д., Павлов А.С., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Гартман Т.Н., Асеев К.М. Обработка результатов исследований с применением

многофункционального табличного редактора: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 60 с.

2. Шакина Э.А., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Миронов В.И., Калинин В.Н., Артемьева Л.И., Соломатин А.С. – М.: Введение в информатику. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 80 с.

3. Гартман Т.Н., Клушин Д.В.: Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов; учебное пособие для ВУЗов. – М. изд. «Академкнига», 2008. – 416 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://intuit.ru>
- <http://wolframalfa.com>
- <http://mathnet.ru>
- <http://arxiv.org> и archive.org

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- Текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Мессенджер Telegram
- Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные,

справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы информационных технологий»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам курса. Демонстрационный материал по курсу.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual	Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017	10	бессрочная
4	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы информационных технологий.	<i>Знает:</i> – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) <i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>
Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.	<i>Знает:</i> – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы. <i>Умеет:</i> – выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности <i>Владеет:</i> – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>

Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB.	<i>Знает:</i> – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы. <i>Умеет:</i> – выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>
Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.	<i>Знает:</i> – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) <i>Умеет:</i> – анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии. <i>Владеет:</i> – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы информационных технологий»
направления подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

код и наименование направления подготовки (специальности)

Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем

(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы кристаллографии в анализе наноматериалов»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена старшим преподавателем кафедры наноматериалов и нанотехнологии А.И. Шарапаевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14» мая 2025 г., протокол № 11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору.

Цель дисциплины - приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области применения кристаллографического аппарата для выявления и задания связи между кристаллической структурой, организацией и характеристиками наноматериалов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся представлений о строении идеальных и реальных кристаллов, ознакомление с ролью представлений симметрии в химии и материаловедении, изучение основ кристаллографического формализма, изучение способов описания строения идеальных и реальных кристаллических структур с позиций теории симметрии, ознакомление с основными положениями теории кристаллогенезиса.

Дисциплина *«Основы кристаллографии в анализе наноматериалов»* преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины *«Основы кристаллографии в анализе наноматериалов»* при подготовке бакалавров по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»** направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	ПК-4.1. Знает основные типы наноматериалов и наносистем и их свойства, способы их анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по

помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;			измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные	ПК-5. Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в области	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных

при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;	документации	наноструктурированные материалы и применять полученную информацию для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов	композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен
знать:

- элементы точечной и пространственной симметрии, способы их представления и особенности взаимодействия;
- принципы индентирования узлов, рядов и плоскостей кристаллической решётки;
- типы пространственных решёток, способы построения графиков пространственных групп;
- механизмы роста кристаллов, включая нанокристаллы;
- связь облика кристаллов с их структурой и способы управления обликом кристаллов.

уметь:

- использовать обозначения пространственных и точечных групп симметрии, строить графики пространственных и точечных групп симметрии;
- анализировать возможности получения наночастиц различной формы, в зависимости от симметрии кристаллического строения материала наночастиц;
- задавать требования к условиям формирования наночастиц и наноматериалов, для обеспечения требуемых структурных и физических характеристик наноматериала;

владеть:

- навыками кристаллографического описания реальной структуры кристаллов;
- методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения кристаллических наноматериалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	3,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	1,33	48
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	1,67	60
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	81	3,0	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	36	1,33	36
Лекции	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12	0,44	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	45	1,67	45

Контактная самостоятельная работа	1,67	0,15	1,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,85		44,85
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы кристаллографического формализма	30	10	4	-	16
1.1	Основные понятия кристаллографии	4	2	-	-	2
1.2	Проецирование кристаллов	12	4	2	-	6
1.3	Элементы макросимметрии кристаллов	14	4	2	-	8
2.	Раздел 2. Макросимметрия нанокристаллов	36	10	6	-	20
2.1	Точечные группы симметрии	14	4	2	-	8
2.2	Кристаллографическое индизирование	8	2	2	-	4
2.3	Простые формы	14	4	2	-	8
3.	Раздел 3. Кристаллохимия наноматериалов	42	12	6	-	24
3.1	Элементы трансляционной симметрии	11	2	2	-	7
3.2	Пространственные группы симметрии	13	4	2	-	7
3.3	Основы кристаллохимии	8	3	-	-	5
3.4	Рост нанокристаллов	10	3	2	-	5
	ИТОГО	108	32	16	-	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы кристаллографического формализма

Основные понятия кристаллографии. Предмет и задачи кристаллографии как науки, Субдисциплины кристаллографии и её связь с другими областями научного знания. История развития кристаллографии. Современное состояние, проблемы и перспективы развития кристаллографии и смежных дисциплин. Кристалл и его свойства. Значение и задачи кристаллографии в применении к наукам о наноматериалах и нанотехнологии.

Проецирование кристаллов. Виды проекций, используемые в кристаллографии, их построение. Преимущества и недостатки способов проецирования.

Элементы макросимметрии кристаллов. Поворотные оси. Ограничения на возможный порядок оси в кристалле. Зеркальные плоскости и центр инверсии. Обозначение элементов симметрии. Сложные оси симметрии. Осевая теорема Эйлера. Способы представления и особенности взаимодействия симметрических операций.

Раздел 2. Макросимметрия нанокристаллов

Точечные группы симметрии. Вывод точечных групп симметрии. Координатные системы в кристаллографии. Категории и сингонии кристаллов. Установка кристаллов.

Обозначение точечных групп симметрии в символикe Браве, Шэнфлиса и Германа-Могена.

Кристаллографическое индигирование. Индексы узлов, рёбер и граней кристаллов. Параметры Вейсса и символы Миллера. Четырёхиндексные оси гексагональной сингонии, индексы Браве; символы ребер гексагональных кристаллов. Единичная грань в кристаллах разных сингоний. Закон зон.

Простые формы. Понятие простых форм кристаллов. Простые формы в классах с единичным направлением. Простые формы в классах без единичных направлений. Связь симметрии внутреннего строения и формы нанокристаллов. Комбинационные многогранники.

Раздел 3. Кристаллохимия наноматериалов

Элементы трансляционной симметрии. Кристаллическая решётка и типы элементарных ячеек. Пространственные элементы симметрии: винтовые оси, плоскости скользящего отражения. Взаимодействие закрытых и открытых элементов симметрии.

Пространственные группы симметрии. Обозначение и вывод пространственных групп симметрии. Построение графиков пространственных групп. Связь трансляционной симметрии с макросимметрией нанокристаллов. Особенности морфологии нанокристаллов различных пространственных групп.

Основы кристаллохимии. Координационные числа, координационные полиэдры, число формульных единиц. Типы химической связи в кристаллах. Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах. Изоструктурность, изотипия, гетеротипия. Основные категории кристаллохимии.

Рост нанокристаллов. Причины и условия образования кристаллов. Механизмы роста кристаллов. Факторы, влияющие на облик кристаллов. Морфологические особенности реальных кристаллов: скульптура граней кристалла, формы роста кристаллов, сростки кристаллов, симметрия двойников. Методы выращивания кристаллов и особенности формирования нанокристаллов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– элементы точечной и пространственной симметрии, способы их представления и особенности взаимодействия;	+	+	+
2	– принципы индигирования узлов, рядов и плоскостей кристаллической решётки;		+	
3	– типы пространственных решёток, способы построения графиков пространственных групп;			+
4	– механизмы роста кристаллов, включая нанокристаллы;			+
5	– связь облика кристаллов с их структурой и способы управления обликом кристаллов.		+	+
	Уметь:			
6	– использовать обозначения пространственных и точечных групп симметрии, строить графики пространственных и точечных групп симметрии;	+	+	+

7	– анализировать возможности получения наночастиц различной формы, в зависимости от симметрии кристаллического строения материала наночастиц;		+	+
8	– задавать требования к условиям формирования наночастиц и наноматериалов, для обеспечения требуемых структурных и физических характеристик наноматериала;			+
Владеть:				
9	– навыками кристаллографического описания реальной структуры кристаллов;	+	+	+
10	– методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения кристаллических наноматериалов.	+	+	+
Код и наименование ПК				
11	ПК-4 Способен использовать знания основных типов наноматериалов и наносистем и их свойств для анализа и контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	+	+	+
12	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «*Основы кристаллографии в анализе наноматериалов*» в объеме 16 часов (0,44 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Проецирование кристаллов	2
2	1	Элементы макросимметрии кристаллов	2
3	2	Точечные группы симметрии	2
4	2	Кристаллографическое индентирование	2
5	2	Простые формы	2
6	3	Элементы трансляционной симметрии	2

7	3	Пространственные группы симметрии	2
8	3	Рост нанокристаллов	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине *Основы кристаллографии в анализе наноматериалов* не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «*Основы кристаллографии в анализе наноматериалов*» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 60 часов (1,67 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины.
-

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Программой дисциплины предусмотрено выполнение двух реферативно-аналитических работ. Максимальная оценка за каждый реферат составляет 20 баллов.

Примерная тематика реферативно-аналитической работы №1:

1. Предмет и задачи кристаллографии как науки.
2. Субдисциплины кристаллографии и её связь с другими областями научного знания.
3. История развития кристаллографии.
4. Современное состояние, проблемы и перспективы развития кристаллографии и смежных дисциплин.
5. Кристалл и его свойства.
6. Значение и задачи кристаллографии в применении к наукам о наноматериалах и нанотехнологии.
7. Теория групп и физика;
8. Проявление принципа Кюри-Неймана в природе и минералогии;
9. Виды проекций, используемые в кристаллографии, их построение.
10. Элементы и операции симметрии. Обозначение элементов симметрии. Способы представления симметрических операций.
11. Взаимодействие элементов симметрии; осевая теорема Эйлера.
12. Обозначение точечных групп симметрии в символике Браве, Шэнфлиса и Германа-Могена.
13. Двумерные сетки;
14. Кристаллография и орнаментальное искусство;
15. Скалярные, векторные и тензорные свойства.

16. Связь оптических, электрических и магнитных свойств со структурой кристалла;
17. Связь механических свойств материала с типом его кристаллической решётки;
18. Оптические свойства кристаллов;
19. Пьезоэлектрический эффект;
20. Сегнетоэлектрический эффект;
21. Кристаллическая структура и магнетизм;
22. Основные свойства аморфных тел;
23. Проблемы современной кристаллографии;

Примерная тематика реферативно-аналитической работы №2:

1. Координатные системы в кристаллографии. Категории и сингонии кристаллов. Установка кристаллов.
2. Простые формы и комбинации простых форм.
3. Пространственная решётка, ячейки Браве.
4. Взаимодействие закрытых и открытых элементов симметрии.
5. Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах.
6. Изоструктурность, изотипия, гетеротипия.
7. Морфотропия, полиморфизм, политипия, изоморфизм.
8. Дефекты кристаллической структуры;
9. Методы исследования структуры кристаллов.
10. Дифракционные и спектроскопические методы в приложении к исследованию наноматериалов.
11. Форма нанокристаллов как следствие их кристаллической структуры;
12. Основные элементы роста кристаллов.
13. Кристаллогенезис минералов;
14. Причины и условия образования кристаллов.
15. Механизмы роста кристаллов. Факторы, влияющие на облик кристаллов.
16. Морфологические особенности реальных кристаллов: скульптура граней кристалла, формы роста кристаллов, сростки кристаллов, симметрия двойников.
17. Способы выращивания кристаллов и управления их внешним обликом в приложении к наноматериалам.
18. Выращивание кристаллов из водных растворов;
19. Гидротермальное выращивание кристаллов;
20. Кристаллизация из расплава, метод Киропулоса;
21. Выращивание кристаллов по методу Чохральского;
22. Выращивание кристаллов методом Вернейля
23. Кристаллография углеродных наноструктур.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Изучение материала каждого раздела дисциплины заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольной работы составляет 20 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. В сферу с нанесённой сеткой сферических координат вписан октаэдр так, что одна его вершина совмещена с северным полюсом, а другая находится на нулевом меридиане. Определить сферические координаты вершин.

2. В сферу с нанесённой сеткой сферических координат вписан правильный восьмиугольник так, что одна его вершина совмещена с северным полюсом, а другая находится на нулевом меридиане. Определить сферические координаты вершин.

3. В сферу с нанесённой сеткой сферических координат вписана пятиугольная бипирамида так, что одна её вершина совмещена с северным полюсом, а другая находится на нулевом меридиане. Определить сферические координаты вершин.

4. В сферу с нанесённой сеткой сферических координат вписана правильная четырёхугольная призма так, что двугранные углы между экваториальной плоскостью и боковыми гранями равны 90° , а одна из вершин лежит на нулевом меридиане имеет широту 80° . Определить сферические координаты вершин.

5. В сферу с нанесённой сеткой сферических координат вписан правильный шестиугольник так, что одна его вершина совмещена с северным полюсом, а другая находится на нулевом меридиане. Определить сферические координаты вершин.

Вопрос 1.2.

1. Определить элементы и операции симметрии молекулы *n*-ксилола. Атомами водорода пренебречь.
2. Определить элементы и операции симметрии молекулы *m*-ксилола. Атомами водорода пренебречь.
3. Определить элементы и операции симметрии молекулы бензола.
4. Определить элементы и операции симметрии молекулы терефталевой (1,4-бензолдикарбоновой) кислоты.
5. Определить элементы и операции симметрии молекулы *p*-аминобензойной кислоты. Ориентируйте функциональные группы так, чтобы симметрия была максимальной.

Вопрос 1.3.

1. Перечислить элементы симметрии тетраэдра.
2. Перечислить элементы симметрии октаэдра.
3. Перечислить элементы симметрии куба.
4. Перечислить элементы симметрии тригональной призмы.
5. Перечислить элементы симметрии тетрагональной призмы.

Вопрос 1.4.

1. Записать матрицу преобразования 3_y^{-1} в кристаллографической системе координат. Какие координаты получит точка с координатами x, y, z после действия преобразования?
2. Записать матрицу преобразования 2_y в кристаллографической системе координат. Какие координаты получит точка с координатами x, y, z после действия преобразования?
3. Записать матрицу преобразования m_z в кристаллографической системе координат. Какие координаты получит точка с координатами x, y, z после действия преобразования?
4. Записать матрицу преобразования 2_z в кристаллографической системе координат. Какие координаты получит точка с координатами x, y, z после действия преобразования?
5. Записать матрицу преобразования 4_x^{-1} в кристаллографической системе координат. Какие координаты получит точка с координатами x, y, z после действия преобразования?

Вопрос 1.5.

1. Какую симметрическую операцию отражает следующая матрица преобразования координатной системы (показать на схеме)?

$$\begin{pmatrix} \bar{1} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{1} \end{pmatrix}$$

2. Какую симметрическую операцию отражает следующая матрица преобразования координатной системы (показать на схеме)?

$$\begin{pmatrix} 0 & \bar{1} & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3. Какую симметрическую операцию отражает следующая матрица преобразования координатной системы (показать на схеме)?

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & \bar{1} \\ \bar{1} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

4. Какую симметрическую операцию отражает следующая матрица преобразования координатной системы (показать на схеме)?

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & \bar{1} \\ \bar{1} & 0 & 0 \\ 0 & \bar{1} & 0 \end{pmatrix}$$

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Добавить операцию симметрии к $\{e, m, 3^1, 3^{-1}, \bar{6}^{-1} \dots\}$ так, чтобы получилась группа.
2. Добавить операцию симметрии к $\{3^1, 3^{-1} \dots\}$ так, чтобы получилась группа.
3. Добавить операцию симметрии к $\{e, 2, 3^1, 3^{-1}, 6^{-1} \dots\}$ так, чтобы получилась группа.
4. Добавить операцию симметрии к $\{e, 4^1, 4^{-1}, \dots\}$ так, чтобы получилась группа.
5. Добавить операцию симметрии к $\{e, 2_z, m_z, \dots\}$ так, чтобы получилась группа.

Вопрос 2.2.

1. Вывести точечные группы симметрии, записать их символы, взяв в качестве генератора повороты вокруг двух осей второго порядка, пересекающихся под углом 15° .
2. Вывести точечные группы симметрии, записать их символы, взяв в качестве генератора повороты вокруг двух осей второго порядка, пересекающихся под углом 20° .
3. Вывести точечные группы симметрии, записать их символы, взяв в качестве генератора повороты вокруг двух осей второго порядка, пересекающихся под углом 10° .
4. Вывести точечные группы симметрии, записать их символы, взяв в качестве генератора повороты вокруг двух осей второго порядка, пересекающихся под углом 18° .
5. Вывести точечные группы симметрии, записать их символы, взяв в качестве генератора отражение в зеркальных, пересекающихся под углом 30° .

Вопрос 2.3.

1. Задан узловой ряд $[310]$. Записать индексы нескольких узлов, лежащих на параллельном узловом ряду, проходящем через узел $[[100]]$.
2. Найти индексы узлового ряда, проходящего через узлы $[[251]]$ и $[[031]]$.
3. Найти индексы узлов кристаллической решётки, лежащих в плоскости (110) , проходящей через начало координат.
4. Найти индексы плоскости, проходящей через узлы $[[011]]$, $[[320]]$, $[[302]]$.
5. Найти индексы узлового ряда, проходящего через узлы $[[231]]$ и $[[0\bar{1}1]]$.

Вопрос 2.4.

1. Вывести общую простую форму в группе C_i .
2. Вывести общую простую форму в группе C_3 .
3. Вывести общую простую форму в группе C_{4v} .
4. Вывести общую простую форму в группе D_{2h} .

5. Вывести общую простую форму в группе D_{2d} .

Вопрос 2.5.

1. Определите симметрию многогранника, образованного комбинацией ромбической призмы, диэдра и моноэдра. Наночастицы каких материалов могут иметь такую форму?

2. Определите симметрию многогранника, образованного комбинацией ромбической призмы и ромбического тетраэдра. Наночастицы каких материалов могут иметь такую форму?

3. Определите симметрию многогранника, образованного комбинацией дитетрагональной призмы, двух дитетрагональных пирамид и моноэдра. Наночастицы каких материалов могут иметь такую форму?

4. Определите симметрию многогранника, образованного комбинацией дитетрагональной призмы и тетрагонального тетраэдра. Наночастицы каких материалов могут иметь такую форму?

5. Определите симметрию многогранника, образованного комбинацией тригональной призмы и ромбоэдра. Наночастицы каких материалов могут иметь такую форму?

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Покажите, что наличие оси третьего порядка в чистом виде возможно лишь в дваждыобъемноцентрированной гексагональной ячейке.

2. Покажите, что одновременное центрирование двух пар граней приводит к центрированию третьей пары граней.

3. Покажите, что бокоцентрированные ячейки в кристаллах тригональной сингонии могут быть приведены к примитивным ячейкам с иной ориентацией осей.

4. Покажите, что базоцентрированные ячейки в кристаллах тетрагональной сингонии могут быть приведены к примитивной ячейке с иной ориентацией осей.

5. Покажите, что гранецентрированные ячейки в кристаллах тетрагональной сингонии могут быть приведены к объемноцентрированным ячейкам с иной ориентацией осей.

Вопрос 3.2.

1. Дополните символ пространственной группы пропущенными элементами симметрии: $P \frac{2_1 2_1 2_1}{? c m}$.

2. Дополните символ пространственной группы пропущенными элементами симметрии: $P \frac{2_1 2_1 2}{b ? m}$.

3. Дополните символ пространственной группы пропущенными элементами симметрии: $P4_2 n ?$.

4. Дополните символ пространственной группы пропущенными элементами симметрии: $P6_3 ? c$.

5. Дополните символ пространственной группы пропущенными элементами симметрии: $P \frac{2_1 2_1 2_1}{m ? a}$.

Вопрос 3.3.

1. Нарисуйте график пространственной группы $Aba2$.

2. Нарисуйте график пространственной группы $P6$.

3. Нарисуйте график пространственной группы $P31m$.

4. Нарисуйте график пространственной группы $P321$.

5. Нарисуйте график пространственной группы *I4*.

Вопрос 3.4.

1. В структуре соединения с формулой AX_3 координационное число атомов А равно трём. Определите геометрический характер структуры. Что можно сказать о типе химической связи?

2. Координационное число атомов структуре простого вещества равно 1. Сделайте вывод о геометрическом характере структуры и типах реализованной в ней химической связи.

3. Координационное число атомов структуре простого вещества равно 3. Сделайте вывод о геометрическом характере структуры и типах реализованной в ней химической связи.

4. Координационное число атомов структуре простого вещества равно 2. Сделайте вывод о геометрическом характере структуры и типах реализованной в ней химической связи.

5. Координационное число атомов структуре простого вещества равно 12, а координационный многогранник - кубооктаэдр. Сделайте вывод о геометрическом характере структуры и типах реализованной в ней химической связи.

Вопрос 3.5.

1. Какие условия необходимо создать при получении нанокристаллов дигидрофосфата калия (точечная группа симметрии D_{2d}) для получения максимально изометричных частиц?

2. Какие условия необходимо создать при получении нанокристаллов ZnS , (точечная группа T_d) для получения одноосных наночастиц?

3. Какие условия необходимо создать при получении нанокристаллов магнетита (точечная группа O_h) для получения наночастиц кубической формы?

4. Какие условия необходимо создать при получении нанокристаллов магнетита (точечная группа O_h) для получения наночастиц октаэдрической формы?

5. Возможно ли создание условий, обеспечивающих получение нанокристаллов магнетита (точечная группа O_h) гексагонально-призматической формы?

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Минералогия и кристаллография. Практические вопросы для аудиторных занятий и самостоятельной подготовки [Текст] : учебно-методическое пособие / сост. О. П. Барина. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. - 58 с. : ил. ; 3,49 усл.печ.л. - Библиогр.: с. 57.

2. Минералогия и кристаллография: методические указания по выполнению контрольных работ: Учебное пособие / сост.: О. П. Барина, С. В. Кирсанова. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 51 с.

Б. Дополнительная литература

1. Косенко, Н.Ф. Кристаллография и кристаллохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ф. Косенко. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2017. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107401>.

2. Ильин, А. П. Химия твердого тела : учебное пособие / А. П. Ильин, Н. Е. Гордина. — Иваново : ИГХТУ, 2006. — 216 с. — ISBN 5-9616-0126-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4486> (дата обращения: 22.04.2023).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Кристаллография», ISSN 0023-4761
2. Журнал «Журнал структурной химии», ISSN 0136-7463
3. Журнал «CrystEngComm», ISSN 1466-8033
4. Журнал «Journal of Chemical Crystallography», ISSN 1074-1542
5. Журнал «Journal of Crystal Growth», ISSN 0022-0248
6. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com, www.scopus.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- набор тем реферативно-аналитической работы, общее число тем – более 60;
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов»);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

– Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДТОТ.pdf (дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf (дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «*Основы кристаллографии в анализе наноматериалов*» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его демонстрационными фильмами, а также сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы), и баллов за выполнение реферативно-аналитических работ. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «*Основы кристаллографии в анализе наноматериалов*», является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области создания и производства новых кристаллических наноматериалов.

На первом вводном занятии при рассмотрении истории и потенциала развития кристаллографии, преподавателю необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- роли кристаллических материалов в материаловедении и хозяйственной деятельности человека;
- различию структуры кристалла и аппарата, используемого для её описания;
- значению кристаллографии в применении к наукам о наноматериалах и нанотехнологии;
- возможностям и потенциалу использования симметричного подхода для описания физических и геометрических особенностей реального мира.

В разделе «Основы кристаллографического формализма» рекомендуется рассмотреть способы проецирования кристаллов и групп симметрии, методы представления симметрических операций. Следует подробно рассмотреть вопросы взаимодействия симметрических операций и осуществить вывод точечных групп симметрии. Особенное внимание следует уделить хорошему усвоению обучающимися

обозначения операций, элементов и точечных групп симметрии в символике Браве, Шенфлиса и Германа-Могена (международной). Также следует остановиться на различии координатных систем, используемых для кристаллов различных сингоний.

В разделе «Макросимметрия нанокристаллов» следует уделить внимание различию индексов узлов, направлений и плоскостей кристалла, способам их определения и задания. Необходимо провести тщательный вывод простых форм кристаллов и дать обучающимся ясное понимание взаимодействию граней и элементов симметрии. Кроме того, следует показать возможности реализации простых форм в реальных кристаллах, а также способы влияния на развитие тех или иных простых форм в облике кристалла.

В разделе «Кристаллохимия наноматериалов» необходимо показать взаимодействие открытых и закрытых элементов симметрии, уделить тщательное внимание построению пространственных групп симметрии, их обозначениям, а также вырождению пространственных групп в точечные при переходе к рассмотрению макросимметрии. Необходимо четко указать на связь оптических, электрических и магнитных свойств со структурой кристалла и возможности управления данными свойствами. Особенное внимание следует уделить использованию дифракционных методов для исследования наноматериалов.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок строительных материалов.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы кристаллографии в анализе наноматериалов»* проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям; иллюстрации моделей кристаллических структур и макетов закрытых простых форм.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams		обновлённую версию продукта)		
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы кристаллографического формализма	Знает: – элементы точечной и пространственной симметрии, способы их представления и особенности взаимодействия; Умеет: – ☐ использовать обозначения пространственных и точечных групп симметрии, строить графики пространственных и точечных групп симметрии; Владеет: – навыками кристаллографического описания реальной структуры кристаллов; – методологическими подходами и	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за реферативно-аналитическую работу №1.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения кристаллических наноматериалов.	
Раздел 2. Макросимметрия нанокристаллов	Знает: – элементы точечной и пространственной симметрии, способы их представления и особенности взаимодействия; – принципы индирования узлов, рядов и плоскостей кристаллической решётки; – связь облика кристаллов с их структурой и способы управления обликом кристаллов; Умеет: – использовать обозначения пространственных и точечных групп симметрии, строить графики пространственных и точечных групп симметрии. – анализировать возможности получения наночастиц различной формы, в зависимости от симметрии кристаллического строения материала наночастиц; Владеет: – навыками кристаллографического описания реальной структуры кристаллов; – методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения кристаллических наноматериалов.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за реферативно-аналитическую работу №2.
Раздел 3. Кристаллохимия наноматериалов	Знает: – элементы точечной и пространственной симметрии, способы их представления и особенности взаимодействия; – типы пространственных решёток, способы построения графиков пространственных групп; – механизмы роста кристаллов, включая нанокристаллы; – связь облика кристаллов с их структурой и способы управления обликом кристаллов; Уметь: – использовать обозначения пространственных и точечных групп симметрии, строить графики	Оценка за контрольную работу № 3. Оценка за реферативно-аналитическую работу №2.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	пространственных и точечных групп симметрии; – анализировать возможности получения наночастиц различной формы, в зависимости от симметрии кристаллического строения материала наночастиц; – задавать требования к условиям формирования наночастиц и наноматериалов, для обеспечения требуемых структурных и физических характеристик наноматериала; Владеет: – навыками кристаллографического описания реальной структуры кристаллов; – методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения кристаллических наноматериалов.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы научных исследований»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.ф.-м.н, Зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии, доцентом Родиным А.О.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «14» мая 2025 г., протокол №11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **наноматериалов и нанотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Основы научных исследований»** относится к обязательным дисциплинам обязательной части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют базовую подготовку по фундаментальным дисциплинам химической и химико-технологической направленности.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний в области наук о материалах, в том числе связанных с общими вопросами научных знаний и научных исследований, целями и задачами исследований, их структурой и особенностями, результатами научных исследований разного типа.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся знаний и умений, связанных с оценками необходимости проведения исследовательских работ, построения алгоритмов исследований, обеспечение достаточной надежности результатов исследований в области в том числе в области материаловедения, нанотехнологии и наноматериалов.

Дисциплина **«Основы научных исследований»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть частично реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **общефессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-4 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	– ОПК-4.1 Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации – ОПК-4.2 Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности
Эффективность и безопасность технических	ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения в	- ОПК-5.1 Принимает участие в обосновании технических решений в профессиональной деятельности

решений	профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	– ОПК-5.2 Выбирает эффективные и безопасные технические средства и технологии технических решений в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные типы научных исследований, особенности формулирования целей и задач исследований;

- подходы к выбору эффективных способов достижения целей и решения задач исследований;

- подходы к обработке результатов исследований;

Уметь:

- оценивать эффективность выбора методов исследований;

– проводить оценку точности и надежности получаемых результатов;

Владеть:

- методами обработки получаемых данных и представления результатов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0,11	12	9
Лекции	0,89	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0,11	12	9
Самостоятельная работа	1,67	24	18
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,0	0,0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		24	18
Вид контроля:	Зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение. Понятие научных исследований	12	0	4	4	0	4
1.1	Введение. История понятия. Современная классификация.	6	0	2	2	0	2
1.2	Научно-исследовательская работа	6	0	2	2	0	2
1.3	Раздел 2. анализ данных и обработка результатов	60	8	12	28	8	20
1.4	общее представленные о данных. Данные как результат исследований	6	0	2	4		
2.	прямые измерения. Данные, как результат прямых измерений.	8	2	2	4	2	2
2.1	Косвенные измерения. Ошибка косвенных измерений	10	2	2	4	2	4
2.2	Сравнение результатов. Различимость и неразличимость данных	10	2	2	4	2	4
2.3	Корреляционный анализ. Выводы из корреляций	10	0	2	4	0	4
2.4	Регрессионный анализ. Выводы из регрессий	8	2	2	4	2	2
2.5	заключение и выводы по полученным данным. Результаты исследований	8	0	0	4	0	4
2.6	ИТОГО	72	8	16	32	8	24

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Понятие научных исследований

1.1. Введение. История понятия. Современная классификация.

Научные исследования. Наблюдение и эксперимент. Цели и задачи исследований. Фундаментальные и прикладные исследования. Разработка материалов и технологий. Уровни развития технологий. Понятие новизны.

1.2. Научно-исследовательская работа

Научно исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы. Внедрение результатов.

Раздел 2. Анализ данных и обработка результатов исследований

2.1. Общее представление о данных. Данные как результат исследований

Данные и массивы данных. Формы представление данных. Компактность представления.

2.2. Прямые измерения. Данные, как результат прямых измерений.

Понятие прямых и косвенных измерений. Основные виды ошибок при прямых измерениях. Обработка результатов прямых измерений. Экспериментальное получение данных методом прямых измерений.

2.3. Косвенные измерения. Ошибка косвенных измерений.

Косвенные измерения. Ошибки косвенных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Экспериментальное получение данных методом косвенных измерений.

2.4. Сравнение результатов. Различимость и неразличимость данных

Интерпретация результатов измерений. Различимость данных. Представление о зависимостях.

2.5. Корреляционный анализ. Выводы из корреляций

Представление о корреляции величин. Выявление корреляций и возможность использования корреляций в научных исследованиях.

2.6. Регрессионный анализ. Выводы из регрессий

Понятие регрессии. Выбор удобных представлений. Параметры регрессионных зависимостей. Ошибки при использовании уравнений.

2.7. Заключение и выводы по полученным данным. Результаты исследований

Формулирование заключений и выводов исследований. Достоверность выводов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– основные типы научных исследований, особенности формулирования целей и задач исследований	+	+	
2	– подходы к выбору эффективных способов достижения целей и решения задач исследований;;	+	+	
3	– подходы к обработке результатов исследований;	-	+	
	Уметь:			
4	– оценивать эффективность выбора методов исследований;	-	+	
5	– проводить оценку точности и надежности получаемых результатов	-	+	
	Владеть:			
6	– методами обработки получаемых данных и представления результатов;	-	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК		
7	– ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	– ОПК-4.1 Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации – ОПК-4.2 Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности	+	+
8	– ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	- ОПК-5.1 Принимает участие в обосновании технических решений в профессиональной деятельности	-	+
		– ОПК-5.2 Выбирает эффективные и безопасные технические средства и технологии технических решений в профессиональной деятельности	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Современная классификация научных исследований.	2
2	Раздел 1	Уровни готовности технологий	2
3	Раздел 2	Понятие данных. Массивы данных. Способы представления данных.	2
4	Раздел 2	Основные характеристики массивов данных. Распределения.	2
5	Раздел 2	Характеристики распределений. Моменты.	2
6	Раздел 2	Прямые измерения. Обработка результатов прямых измерений.	2
7	Раздел 2	Определение плотности как результат прямых измерений (практическое). Обработка результатов.	2
8	Раздел 2	Обработка результатов определения плотности как результат прямых измерений (практическое).	2
9	Раздел 2	Косвенные измерения. Обработка результатов косвенных измерений.	2
10	Раздел 2	Определение плотности как результат косвенных измерений (практическое). Обработка результатов.	2
11	Раздел 2	Обработка результатов определения плотности как результат косвенных измерений.	2
12	Раздел 2	Сложные распределения. Определение размеров частиц. Моно- и би- модальные распределения.	4
13			
14	Раздел 2	Корреляции. Расчет параметров корреляции.	2
15	Раздел 2	Регрессии. Параметры регрессии. Метод наименьших квадратов как способ определения параметров регрессии. Расчет ошибок коэффициентов.	2
16	Раздел 2	Формулировка заключений и выводов научных исследований.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Основы научных исследований*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- поиск материалов по теме;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- Обработку результатов экспериментов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за подготовку эссе (10 баллов), выполнение работ по получению первичных данных (максимальная оценка 50 баллов), обработку результатов экспериментов (максимальная оценка 40 баллов). Зачет проставляется по факту выполнения работы в семестре при получении более 70 баллов.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Текущий контроль освоения материала проводится в форме:

Подготовке эссе.

Анализ результатов измерений по трем видам измерений (2 обязательных).

Анализ обработки результатов измерений.

Решение задач по темам корреляционный и регрессионный анализ.

Примерные темы для эссе.

Раздел 1.

1. НИР, НИОКР и НИОТР по перспективным направлениям материаловедения и технологии материалов

2. Оценка уровня технологической готовности разработки.

8.2. Примеры контрольных вопросов (проверка) для текущего контроля освоения дисциплины

Расчет средней величины, дисперсии, ошибки прямых измерений.

Расчет ошибки косвенных измерений.

Значимость расхождения результатов.

Расчет параметров регрессии и точность определения параметров регрессии

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «*Основы научных исследований*» не предусмотрен учебным планом. Зачёт проставляется на основе работ, выполненных в семестре при условии, что выполнено более 70 % предложенных заданий, на уровне не менее 75% (возможно наличие недочетов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Румшиский Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента: справ. руководство М.: Наука, 1971

2. Карасев В.А., Михайлова И. Ю., Румшицкий Л.З. Троицкая С.Д. Организация эксперимента: Учеб. пособие для практ. занятий: Учеба, 1998

Б. Дополнительная литература

Мельниченко А.С. Математическая статистика и анализ данных: учеб. пособие
Электронная библиотека М.: МИСиС, 2018

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. База данных Роспатента www.fips.ru
2. База данных научных статей <http://elibrary.ru>
3. База данных научных статей <http://sciencedirect.com>
- 4.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

- компьютерные презентации к лекционным занятиям, общее число слайдов – более 400;
- раздаточный материал по лекциям
- набор тем докладов на семинарах, общее число тем – более 60
- банк тестовых заданий для контрольных работ
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – не менее 80).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы научных исследований»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью. Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам дисциплины; распечатки слайдов презентаций.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами наночастиц и наноматериалов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	-	бессрочно
2	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	-	12 месяцев с возможностью продления лицензии
3	Microsoft Office Professional Plus 2019	Контракт № 28-35ЭА/2020 от	-	12 месяцев с возможностью

	В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	26.05.2020		продления лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование Разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Понятие научных исследований	<i>Знает:</i> - основные типы научных исследований, особенности формулирования целей и задач исследований; <i>Умеет:</i> - оценивать эффективность выбора методов исследований;	Оценка за эссе
Раздел 2. Анализ данных и обработка результатов исследований	<i>Знает:</i> - подходы к выбору эффективных способов достижения целей и решения задач исследований; - подходы к обработке результатов исследований; - имеющиеся на сегодняшний день и возможные в будущем области применения различных видов наносистем и наноматериалов <i>Умеет:</i> - проводить оценку точности и надежности получаемых результатов; <i>Владеет:</i> - методами обработки получаемых данных и представления результатов;	Оценка за: Анализ результатов прямых и косвенных измерений. Обработка результатов измерений. Решение задач по темам корреляционный и регрессионный анализ

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы российской государственности»

Направления подготовки

04.03.01 Химия

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена зав. кафедрой истории и политологии, доктором исторических наук, доцентом Селивёрстовой Н. М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры истории и политологии РХТУ им. Д. И. Менделеева «19» мая 2025 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия, 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой **истории и политологии** РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Основы российской государственности»** относится к обязательной части 1 блока дисциплин учебного плана (Б1.О.22). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области истории, обществознания.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системы знаний, навыков и компетенций, а также ценностей, правил и норм поведения, связанных с осознанием принадлежности к российскому обществу, развитием чувства патриотизма и гражданственности, формированием духовно-нравственного и культурного фундамента развитой и цельной личности, осознающей особенности исторического пути российского государства, самобытность его политической организации и сопряжение индивидуального достоинства и успеха с общественным прогрессом и политической стабильностью своей Родины.

Реализация курса предполагает последовательное освоение студентами знаний, представлений, научных концепций, а также исторических, культурологических, социологических и иных данных, связанных с проблематикой развития российской цивилизации и её государственности в исторической ретроспективе и в условиях актуальных вызовов политической, экономической, техногенной и иной природы. Исходя из поставленной цели, для её достижения в рамках дисциплины можно выделить следующие

Задачи дисциплины –

- представить историю России в её непрерывном цивилизационном измерении, отразить её наиболее значимые особенности, принципы и актуальные ориентиры;
- раскрыть ценностно-поведенческое содержание чувства гражданственности и патриотизма, неотделимого от развитого критического мышления, свободного развития личности и способности независимого суждения об актуальном политико-культурном контексте;
- рассмотреть фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представить их в актуальной и значимой перспективе, воспитывающей в гражданине гордость и сопричастность своей культуре и своему народу;
- представить ключевые смыслы, этические и мировоззренческие доктрины, сложившиеся внутри российской цивилизации и отражающие её многонациональный, многоконфессиональный и солидарный (общинный) характер;
- рассмотреть особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;
- исследовать наиболее вероятные внешние и внутренние вызовы, стоящие перед лицом российской цивилизации и её государственностью в настоящий момент, обозначить ключевые сценарии её перспективного развития;

- обозначить фундаментальные ценностные принципы (константы) российской цивилизации (единство многообразия, суверенитет (сила и доверие), согласие и сотрудничество, любовь и ответственность, созидание и развитие), а также связанные между собой ценностные ориентиры российского цивилизационного развития.

Дисциплина «**Основы российской государственности**» преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе. УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе;
- особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;
- фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и

доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития;

Уметь:

- адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;

- находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;

- проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира;

Владеть:

- навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции;

- навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера;

- развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,3	48	35
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,85	32	23
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,4	15	11
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,4	0,2	0,1
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		14,8	17,9
Вид контроля:			
Зачет	0,3	9	8
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,3	0,2	0,1
Подготовка к зачету.		8,8	7,9
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Что такое Россия.	15	-	6	-	6	-	3
	Страна в её пространственном, человеческом, ресурсном и идейно-символическом измерении	15	-	6	-	6	-	3
2.	Раздел 2. Российское государство-цивилизация.	11	-	6	-	2	-	3
	Исторические, географические, институциональные основания формирования российской цивилизации. Концептуализация понятия «цивилизация»	11	-	6	-	2	-	3
3.	Раздел 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.	11	-	6	-	2	-	3
	Мировоззрение и его значение для человека, общества, государства	11	-	6	-	2	-	3
4.	Раздел 4. Политическое устройство России	11	-	6	-	2	-	3

	Объективное представление российских государственных и общественных институтов, их истории и ключевых причинно-следственных связей последних лет социальной трансформации	11	-	6	-	2	-	3
5.	Раздел 5. Вызовы будущего и развитие страны.	15	-	8	-	4	-	3
	Сценарии перспективного развития страны и роль гражданина в этих сценариях	15	-	8	-	4	-	3
		63		32		16		15
	Зачет	9		-		-		-
	ИТОГО	72	-	32	-	16	-	15

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Что такое Россия.

1. 1. Страна в её пространственном, человеческом, ресурсном и идейно-символическом измерении. Объективные и характерные данные о России, её географии, ресурсах, экономике.

Население, культура, религии и языки. Современное положение российских регионов. Выдающиеся персоналии («герои»). Ключевые испытания и победы России, отразившиеся в её современной истории.

Раздел 2. Российское государство-цивилизация.

2.1. Концептуализация понятия «цивилизация». Что такое цивилизация? Какими они были и бывают? Плюсы и минусы цивилизационного подхода.

2. 2. Исторические, географические, институциональные основания формирования российской цивилизации. Особенности цивилизационного развития России: история многонационального (наднационального) характера общества, перехода от имперской организации к федеративной, межкультурного диалога за пределами России (и внутри неё).

Раздел 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.

3.1. Мировоззрение и его значение для человека, общества, государства. Что такое мировоззрение? Теория вопроса и смежные научные концепты.

Мировоззрение как функциональная система. Мировоззренческая система российской цивилизации.

Представление ключевых мировоззренческих позиций и понятий, связанных с российской идентичностью, в историческом измерении и в контексте российского федерализма. Рассмотрение этих мировоззренческих позиций с точки зрения ключевых элементов общественно-политической жизни (мифы, ценности и убеждения, потребности и стратегии).

Значение коммуникационных практик и государственных решений в области мировоззрения (политика памяти, символическая политика и пр.)

Самостоятельная картина мира и история особого мировоззрения российской цивилизации.

3.2. Ценностные принципы (константы) российской цивилизации: единство многообразия (1) сила и ответственность (2), согласие и сотрудничество (3), любовь и доверие (4), созидание и развитие (5). Их отражение в актуальных социологических данных и политических исследованиях.

«Системная модель мировоззрения» («человек – семья – общество – государство – страна») и её репрезентации («символы – идеи и язык – нормы – ритуалы – институты»).

Раздел 4. Политическое устройство России

4. 1. Объективное представление российских государственных и общественных институтов, их истории и ключевых причинно-следственных связей последних лет социальной трансформации. Основы конституционного строя России. Принцип разделения властей и демократия. Особенности современного российского политического класса.

4.2. Генеалогия ведущих политических институтов, их история причины и следствия их трансформации. Уровни организации власти в РФ. Государственные проекты и их значение (ключевые отрасли, кадры, социальная сфера).

Раздел 5. Вызовы будущего и развитие страны.

5.1. Сценарии перспективного развития страны и роль гражданина в этих сценариях. Глобальные тренды и особенности мирового развития. Техногенные риски, экологические

вызовы и экономические шоки. Суверенитет страны и его место в сценариях перспективного развития мира и российской цивилизации.

5.2. Ценностные ориентиры для развития и процветания России

Солидарность, единство и стабильность российского общества в цивилизационном измерении. Стремление к компромиссу, альтруизм и взаимопомощь как значимые принципы российской политики.

Ответственность и миссия как ориентиры личностного и общественного развития. Справедливость и меритократия в российском обществе. Представление о коммунитарном характере российской гражданственности, неразрывности личного успеха и благосостояния Родины.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	– фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе;	+	+	+	+	+
2	– особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;	+	+	+	+	+
3	– фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития;	+	+	+	+	+
	Уметь:					
4	– адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;	+	+	+	+	+
5	– находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;	+				
6	– проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира;	+	+	+	+	+
	Владеть:					

7	– навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции;		+	+	+	+	+
8	– навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера;		+	+	+	+	+
9	– развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.		+	+	+	+	+
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК					
10	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	– УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе;	+	+	+	+	+
11		– УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;	+	+	+	+	+
12		– УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Цели и задачи, структура дисциплины «Основы российской государственности», методы работы на практических занятиях.	2
2	1	География, природа, экономическое развитие Российской Федерации.	2
3	1	Регионы Российской Федерации	2
4	2	Российское государство-цивилизация	2
5	3	Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.	2
6	4	Политическое устройство России	2
7	5	Вызовы будущего и развитие страны	2
8	5	Защита проектов по группам	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая публикации из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета** (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ и одного проекта. Во первом семестре предусмотрено 2 контрольных работы, (максимальная оценка 60 баллов), по 30 баллов за каждую работу.

В конце семестра подводятся итоги проектных работ–максимальная оценка 40 баллов.

8.1. Примерная тематика студенческих проектов

В течение 1 семестра студенты готовят групповые проекты–максимальная оценка 40 баллов.

1. Наиболее выдающиеся изобретения России за последние десятилетия.
2. Проблемы, конкурентные преимущества и перспективы развития «моего» региона.
3. Роль химических предприятий в промышленном кластере «моего» региона.
4. Роль предприятий химической отрасли в развитии экономики региона/края/города/населенного пункта. (Предприятия химической отрасли: ПАО «Химпром», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Нижекамскнефтехим», АО «НИИМП», ПАО «Казаньоргсинтез», ПАО «Акрон», ПАО «Уралкалий», ООО «Газпром нефтехим Салават», и т.д.)
5. Самые известные бренды «моего» региона.
6. Наиболее выдающиеся технологические прорывы России за последние десятилетия.
7. Стратегия глобального позиционирования региона (выбор региона).
8. Возрождение малых городов (на примере моего города).
9. Стратегия пространственного развития региона (выбор региона).
10. Промышленный кластер региона (выбор региона).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (1 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

В настоящее время в России проживает более:

- а) 100 млн. человек;
- б) 146 млн. человек;
- в) 170 млн. человек;
- г) 200 млн. человек.

Вопрос 1.2.

Этап «цветущей сложности» в цивилизационном развитии выделял...:

- а) Константин Леонтьев;
- б) Арнольд Тойнби;
- в) Уильям Макнил;
- г) Вадим Цымбурский.

Вопрос 2.3.

Большую роль в разработке цивилизационного подхода сыграли:

- а) К. Маркс и Ф. Энгельс;
- б) Г. В. Плеханов и В. Засулич;
- в) Н. М. Карамзин и С. М. Соловьев;
- г) Н. Я. Данилевский и А. Тойнби

Вопрос 2.4.

Установите соответствие между понятием и его определением: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующие позиции второго столбца.

а) ислам;	1) вера в нескольких богов;
б) христианство;	2) монотеистическая религия, основанная пророком Муххамедом в VII в ;
в) политеизм;	3) представление о единственности Бога;
г) православие.	4) религия, основанная в I в., основанная на жизни и учении Иисуса Христа;

5) направление в христианстве, сформировавшееся на территории Восточной Римской империи (Византии).

А	Б	В	Г

Вопрос 2.5.

Сколько республик подписали в 1991 г. в Алма-Ате протокол соглашения об образовании СНГ?

- а) 9;
- б) 15;
- в) 11;
- г) 13;
- д) 10.

Раздел 3–4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 3.1

Какой (какие) из этих органов государственной власти РФ не входит (не входят) ни в одну из её ветвей?

- а) Счетная Палата;
- б) Федеральное агентство по делам молодежи;
- в) Совет Федерации;
- г) Президент.

Вопрос 3.2.

Государственно-территориальное устройство – это:

- а) разделение полномочий между центральными органами власти;
- б) распределение полномочий между государством и общественными организациями;
- в) распределение полномочий между центральными и региональными органами власти;
- г) тип политического режима.

Вопрос 3.3.

Какой из следующих терминов входит в понятие «форма государственного устройства»:

- а) монархия;
- б) республика;
- в) авторитарный режим;
- г) унитарное государство.

Вопрос 3.4.

Из каких двух уровней состоит мировоззрение?

- а) эмоционально-образного и логико-рассудочного;
- б) обыденного и научного;
- в) индивидуального и общественного;
- г) объективного и субъективного;
- д) стихийного и сознательного.

Вопрос 3.5.

Показатели уровня сформированности гражданской идентичности:

- а) представление о Родине, уважение к ней;
- б) любовь к родному краю (малой родине);
- в) наличие позитивного отношения к семье, понимание ее ценности для человека;
- г) всё перечисленное.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет)

1. Современная Россия: ключевые социально-экономические параметры.
2. Российский федерализм.
3. Цивилизационный подход в социальных науках.
4. Государство-нация и государство-цивилизация: общее и особенное.
5. Государство, власть, легитимность: понятия и определения.
6. Ценностные принципы российской цивилизации: подходы и идеи.
7. Исторические особенности формирования российской цивилизации.
8. Роль и миссия России в представлении отечественных мыслителей (П.Я. Чаадаев, Н.Я. Данилевский, В.Л. Цымбурский).
9. Мировоззрение как феномен.
10. Современные теории идентичности.
11. Системная модель мировоззрения («человек-семья-общество-государство-страна»).
12. Основы конституционного строя России.
13. Основные ветви и уровни публичной власти в современной России.
14. Традиционные духовно-нравственные ценности.
15. Основы российской внешней политики (на материалах Концепции внешней политики и Стратегии национальной безопасности).
16. Россия и глобальные вызовы.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Основы российской государственности: учебное пособие для студентов естественно-научных и инженерно-технических специальностей/ под ред. А. А. Ларионова. М.: Издательский дом «Дело», РАНХиГС, 2023. 252 с. https://delo.ranepa.ru/wp-content/uploads/2023/07/osnovy-gosudarstvennosti_press.pdf

Б. Дополнительная литература

2. Голосов Г.В. Сравнительная политология. СПб.: Изд-во Европ. ун-та в Санкт-Петербурге, 2022.
3. Бредихин, А.Л. Основы российского федерализма: учебное пособие для ву-зов / А.Л. Бредихин. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 107с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14526-7. – URL:<https://urait.ru/bcode/520132>
4. Нерсесянц В.С. История политических и правовых учений. М., 1997.
5. Орлов А.С, Георгиева Н.Г., Георгиев В.А., Сивохина И.А. История России. М.: «Проспект», 2023 г.
6. Основы российской государственности: учебно-методический комплекс по дисциплине для образовательных организаций высшего образования / В. М. Марасанова, В. Э. Багдасарян, Ю. Ю. Иерусалимский, Л. Г. Титова, С. А. Кудрина. — Москва: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2023. — 212 с.: илл. — ISBN 978-5-85006-520-1.

7. Панарин А. С. Православная цивилизация в глобальном мире. Москва: Алгоритм, 2002.
8. Пушкарева, Г.В. Политология: учебник и практикум для вузов / Г.В. Пушкарева. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 295с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00235-5 – URL: <https://urait.ru/bcode/511305>
9. Россия как государство-цивилизация: высшие цели и альтернативы развития: Коллект. монография по мат-лам Юбилейных международных Панаринских чтений, посвященный 75-летию со дня рождения А.С. Панарина / Отв. ред.: В.Н. Расторгуев; науч. ред.: А.В. Никандров / С. И. Бажов, Т. В. Беспалова, О. Ю. Бойцова и др. — Институт Наследия Москва, 2016.
10. Фадеев В. А. Преображение гуманизма. Москва: РГГУ, 2022. 198 с.с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научные журналы:

- Журнал «Полис» Политические исследования ISSN 1026-9487 (Print). ISSN 1684-0070 (Online)
- Журнал «Власть» ISSN 2071-5358 (print); 2071-5366 (online)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Документы XX века // <http://doc20vek.ru/>
- «Россия в глобальной политике» – <http://www.globalaffairs.ru/>
- .

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 32, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы российской государственности»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория, обеспеченная компьютером и мультимедийным проектором (обеспечение презентаций лекций и самостоятельных разработок студентов).

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Карты по истории.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные и учебно-методические пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы, электронные презентации к разделам лекционных курсов.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Microsoft Office Standard 2019 В составе:	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

	• Word • Excel • Power Point • Outlook		рабочих станциях	перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Что такое Россия	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за проект

	-проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

Раздел 2. Российское государство-цивилизация	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за проект

	актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп; - проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

Раздел 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за проект

	принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп; - проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

Раздел 4. Политическое устройство России	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп; - проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за проект

	гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	
Раздел 5. Вызовы будущего и развитие страны.	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;	Оценка за проект

	-проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы российской государственности»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы управления проектами»

Направления подготовки:

04.03.01 Химия

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

15.03.02 Технологические машины и оборудование

18.03.01 Химическая технология

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

19.03.01 Биотехнология

20.03.01 Техносферная безопасность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

27.03.01 Стандартизация и сертификация

27.03.05 Инноватика

28.03.02 Наноинженерия

28.03.03 Наноматериалы

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры менеджмента и маркетинга Л.Е. Копыловой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры менеджмента и маркетинга
«24» апреля 2025г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направлений подготовки: 04.03.01 Химия; 09.03.01 Информатика и вычислительная техника; 09.03.02 Информационные системы и технологии; 15.03.02 Технологические машины и оборудование; 18.03.01 Химическая технология; 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; 19.03.01 Биотехнология; 20.03.01 Техносферная безопасность; 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов; 27.03.01 Стандартизация и сертификация; 27.03.05 Инноватика; 28.03.02 Наноинженерия; 28.03.03 Наноматериалы; 29.03.04 Технология художественной обработки материалов; 38.03.01 Экономика, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **менеджмента и маркетинга** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Основы управления проектами**» относится к базовой части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ экономики, менеджмента и маркетинга.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся знаний и навыков прикладного характера в сфере управления проектами требуемого качества при соблюдении ресурсных ограничений. Данный курс участвует в формировании компетенций, обеспечивающих возможность координации управления и реализации проектов, в том числе социального характера, требуемого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных знаний в области проектного управления;
- ознакомление студентов с мировыми практиками проектной деятельности;
- формирование у студентов навыков и механизмов управления проектами.

Дисциплина «**Основы управления проектами**» преподается в 3 или 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и	УК-2.1. Знает способы определения совокупности взаимосвязанных задач в рамках реализуемого проекта на основе действующего законодательства и

	выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	правовых норм, регулирующих профессиональную деятельность
		УК-2.2. Умеет выстраивать оптимальные траектории достижения поставленных целей в рамках проекта, рационально используя доступные ресурсы, и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов
		УК-2.3. Владеет методами оценки вероятных рисков и ограничений, потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Знает виды, структуру, динамические процессы малой группы, особенности групповой деятельности
		УК-3.2. Умеет организовывать социальное взаимодействие в команде для достижения поставленных целей в проекте
		УК-3.3. Владеет навыками реализации ролей в командной работе для достижения поставленных целей
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
		УК-6.2. Умеет ставить и достигать личные и профессиональные цели, планировать и реализовывать индивидуальные программы саморазвития
		УК-6.3. Владеет навыками построения траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы управления проектами,
- систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,
- принципы организации проектного управления

Уметь:

- разрабатывать и оформлять проектную документацию,
- применять методики оценки параметров управления в проектах,
- разрабатывать стратегию управления проектами

Владеть:

- методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;
- методами анализа путей реализации проектов;

– методами анализа рисков в проектном управлении.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина «Основы управления проектами» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана, к обязательному модулю социально-гуманитарной подготовки. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,34	48	36
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,66	24	18
Контактная самостоятельная работа	0,66	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		23,6	17,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Введение в управление проектами.	9	2	4	3
2	Раздел 2. Инициация и планирование проекта.	10	2	5	3
3	Раздел 3. Методология управления проектами	11	3	5	3
4	Раздел 4. Управление ресурсами проекта.	12	3	5	4
5	Раздел 5. Командообразование.	11	2	5	4
6	Раздел 6. Презентация результатов проектной работы.	10	2	4	4
7	Раздел 7. Управление рисками проекта.	9	2	4	3
	Итого:	72	16	32	24

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в управление проектами.

Терминологический аппарат проектного управления. Мировые стандарты управления проектами. Критерии успешности проекта. Стандарты управления проектами. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний управления проектами. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

Раздел 2. Инициация и планирование проекта. Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Методы проверки гипотез по проекту. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение последовательности операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания, диаграммы Ганта.

Раздел 3. Методология управления проектами

Подходы к организации работы по проекту (hadi-цикл). Управления качеством. Контроль качества. Каскадная модель управления. Канбан-методология и аспекты бережливого производства. Гибкие методологии управления. Понятие agile. Scrum-методология работы над проектами.

Раздел 4. Управление ресурсами проекта. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Планирование закупок.

Раздел 5. Командообразование. Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Распределение зон ответственности в проекте. Матрица RACI. Управление заинтересованными сторонами проекта. Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление коммуникациями проекта.

Раздел 6. Презентация результатов проектной работы. Подготовка публичного выступления. Разработка иллюстрационных материалов. Особенности презентации проектной работы с целью привлечения ресурсов. Питч.

Раздел 7. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	<i>Знать:</i>							
1	– основные понятия и методы управления проектами,	+		+		+		
2	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,	+			+			+
3	– принципы организации проектного управления		+					
	<i>Уметь:</i>							
4	– разрабатывать и оформлять проектную документацию,	+			+	+		+
5	– применять методики оценки параметров управления в проектах,		+	+		+	+	
6	– разрабатывать стратегию управления проектами		+				+	+
	<i>Владеть:</i>							
7	– методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;		+	+				
8	– методами анализа путей реализации проектов;			+	+	+	+	
9	– методами анализа рисков в проектном управлении.			+	+			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальных компетенции и индикаторы их достижения:</i>								
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК						
11	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает способы определения совокупности взаимосвязанных задач в рамках реализуемого проекта на основе действующего законодательства и правовых норм, регулирующих профессиональную деятельность		+		+		
		УК-2.2. Умеет выстраивать оптимальные траектории достижения поставленных целей в рамках проекта, рационально используя доступные ресурсы, и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов			+	+	+	+
		УК-2.3. Владеет методами оценки вероятных рисков и ограничений, потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией					+	+

	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Знает виды, структуру, динамические процессы малой группы, особенности групповой деятельности				+	+		
		УК-3.2. Умеет организовывать социальное взаимодействие в команде для достижения поставленных целей в проекте		+			+	+	
		УК-3.3. Владеет навыками реализации ролей в командной работе для достижения поставленных целей				+	+		+
	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни		+	+	+			
		УК-6.2. Умеет ставить и достигать личные и профессиональные цели, планировать и реализовывать индивидуальные программы саморазвития		+			+		+
		УК-6.3. Владеет навыками построения траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни		+	+	+	+		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине в объеме 32 акад. ч. (в 3 или 4 семестре) для очной формы обучения. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Раздел	Темы практических занятий	Часы
Раздел 1. Введение в управление проектами.	Самопрезентация.	2
Раздел 2. Инициация и планирование проекта.	Построение иерархической структуры работ, разбор кейса для построения критического пути проекта	2
Раздел 3. Методология управления проектами	Деловая игра «Канбан»	2
Раздел 4. Управление ресурсами проекта.	Оценка стоимости проведения исследования	2
Раздел 5. Командообразование.	Деловая игра «Мост»	2
Раздел 6. Презентация результатов проектной работы.	Деловая игра на переговоры.	2
Раздел 7. Управление рисками проекта.	Построение матрицы рисков проекта	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 24 акад. ч для очной формы обучения. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, и РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекций;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой*.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из

литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), практических заданий и работ (максимальная оценка 20 баллов), и оценки за итоговый опрос на зачете (максимальная оценка 40 баллов).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 10 баллов за каждую.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос. Проводится в форме устного опроса.

1. Дайте определение проекта и назовите минимум три черты, отличающие проектную деятельность от операционной деятельности.
2. Устав проекта. Какая цель данного документа?
3. Дайте определение ИСР. Опишите способы построения ИСР. Укажите связь ИСР с областями знаний в проектном управлении.
4. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление заинтересованными сторонами проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
5. Опишите критерии успешности проекта.
6. Что включают в себя активы организационного процесса?
7. Опишите суть метода набегающей волны.
8. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление содержанием проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
9. Дайте определение программы и портфеля управления проектами. Приведите для них примеры.
10. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление сроками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
11. Опишите заинтересованные стороны в проекте (участники проекта).
12. Опишите процесс закрытия проекта (основные действия).
13. Инструменты управления поставками. Опишите решение «Производить или покупать».
14. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление стоимостью проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
15. Опишите основные цели менеджера проекта.
16. Опишите виды взаимосвязей между операциями. Определение взаимосвязей. Критический путь.
17. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление поставками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
18. Наиболее важные навыки и умения менеджера проекта.
19. Опишите реестр заинтересованных сторон проекта.
20. Цель управления поставками в проекте.

21. Задачи заинтересованных сторон проекта: заказчик, спонсор и руководитель проекта. Управление ожиданиями заинтересованных сторон. Задачи менеджера проекта.
22. Опишите суть понятия границ проекта.
23. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление качеством проекта.
24. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки функциональной структуры.
25. Точность оценок стоимости проекта. Метод оценки: экспертная, по аналогам, параметрическая, снизу вверх. Опишите методы.
26. Опишите стратегии борьбы с позитивными и негативными рисками в проекте.
27. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление коммуникациями проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
28. Назовите этапы жизненного цикла проекта.
29. Что такое диаграммы Ганта и как они применяются в проектном управлении.
30. Опишите метод измерения освоенного объема.
31. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление персоналом проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
32. Опишите проектный треугольник, ограничения в проекте и примеры их взаимосвязей при отклонениях от плана проекта.
33. Что такое диаграмма контрольных точек и как она применяется в проекте?
34. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление интеграцией проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.

Раздел 3-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос. Проводится в форме устного опроса.

1. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки проектной структуры.
2. Как избежать срывов сроков проекта и что делать, если это произошло?
3. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление заинтересованными сторонами проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
4. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки слабой матрицы.
5. Как избежать рисков проекта и что делать, если это произошло?
6. Критерии отбора команды проекта.
7. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление содержанием проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
8. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки сбалансированной матрицы.
9. Как избежать превышения плановых затрат на проект и что делать, если это произошло?
10. 5 стадий процесса развития команды проекта.
11. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление сроками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
12. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки сильной матрицы.
13. Как избежать отклонения от содержания проекта и что делать, если это произошло?
14. Способы разрешения конфликтов в проекте.
15. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление стоимостью проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
16. Изобразите график возможности влияния на результат проекта и стоимость изменений на протяжении жизненного цикла проекта.

17. Как избежать снижения качества продукта проекта и что делать, если это произошло?
18. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление поставками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
19. Опишите группы процессов управления проектами.
20. Основные причины конфликтов в проекте.
21. Опишите матрицу рисков и ее назначение.
22. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление рисками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
23. Дайте определение фазы проекта и опишите принципы взаимодействия между ними. Опишите понятие стоимости качества (соответствие и несоответствие).
24. Опишите методы и средства оценки стоимостей в проекте.
25. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление качеством проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
26. Опишите последствия изменения содержания проекта.
27. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление коммуникациями проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
28. Дайте определение проекта и назовите минимум три черты, отличающие проектную деятельность от операционной деятельности.
29. Методы коммуникаций в проекте.
30. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление персоналом проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
31. Опишите критерии успешности проекта.
32. Критерии оценки коммуникативных сетей в организации.
33. Определение идентификации рисков. Кто входит в состав участников, идентифицирующих риски?

Раздел 6-7. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос. Проводится в форме устного опроса.

1. Опишите заинтересованные стороны в проекте (участники проекта).
2. Что такое база выученных уроков и когда она применяется?
3. Основные типы контрактов, применяемых при закупках в проекте.
4. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление заинтересованными сторонами проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
5. Опишите основные цели менеджера проекта.
6. Принципы снижения стоимости при управлении качеством.
7. Назначение матрицы оценки участия заинтересованных сторон проекта.
8. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление содержанием проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
9. Наиболее важные навыки и умения менеджера проекта.
10. Методы обеспечения мониторинга и контроля в проекте.
11. Виды планов управления проектом.
12. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление сроками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
13. Задачи заинтересованных сторон проекта: заказчик, спонсор и руководитель проекта.
14. Устав проекта. Какая цель данного документа?
15. Определение идентификации рисков. Кто входит в состав участников, идентифицирующих риски?
16. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление стоимостью проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
17. Назовите этапы жизненного цикла проекта.

18. Оценка «снизу-вверх».
19. Дайте определение ИСР. Опишите способы построения ИСР. Укажите связь ИСР с областями знаний в проектном управлении.
20. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление поставками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
21. Опишите проектный треугольник, ограничения в проекте и примеры их взаимосвязей при отклонениях от плана проекта.
22. Основные правила составления ИСР.
23. Суть метода набегающей волны.
24. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление рисками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
25. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки проектной структуры.
26. Опишите последствия изменения содержания проекта.
27. Способы разрешения конфликтов в проекте.
28. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление качеством проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
29. Изобразите график возможности влияния на результат проекта и стоимость изменений на протяжении жизненного цикла проекта.
30. Как избежать снижения качества продукта проекта и что делать, если это произошло?
31. 5 стадий процесса развития команды проекта.
32. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление коммуникациями проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
33. Опишите группы процессов управления проектами.
34. Инструменты управления поставками. Опишите решение «Производить или покупать».
35. Определение метода Дельфи и примеры применения в управлении проектом.
36. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление персоналом проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
37. Опишите основные причины неудач проектов.
38. Точность оценок стоимости проекта. Метод оценки: экспертная, по аналогам, параметрическая, снизу вверх. Опишите методы.
39. Опишите суть понятия границ проекта.
40. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление интеграцией проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 или 4 семестр)

Промежуточная аттестация в семестре складывается из оценки за защиту минипроекта, выполненного мини-группами (командами) обучающихся и ответов на вопросы из билета.

Подготовленный материал должен содержать определение термина из открытых источников сети Интернет с указанием точного источника информации; определение из научно-исследовательской или обучающей литературы, также с указанием источника информации. Материал должен содержать примеры, объясняющие выбранный термин, подготовленные с применением современных информационных технологий. И иллюстрации, также подготовленные с применением современных информационных технологий.

Пример билета для зачета с оценкой:

<i>«Утверждаю»</i> зав. каф. МиМ (Должность, наименование кафедры) Д.С. Лопаткин (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра менеджмента и маркетинга
	38.03.01 Экономика Профиль – «Экономика и управления предприятием химической промышленности»
	Основы управления проектами
Билет № _	
1. Ценность проекта для заказчика. 2. Инструменты организации работы над проектом для рассредоточенной команды. 3. Достоверность источников информации в проекте.	

1. Личный вклад каждого участника команды в достижение общей цели проекта.
2. Ценность проекта для заказчика.
3. Ценность проекта для владельца продукта.
4. Организация групповой работы над проектом.
5. Инструменты организации работы над проектом для рассредоточенной команды.
6. Способы организации коммуникаций в команде проекта.
7. Критерии целеполагания в проекте.
8. Способы реализации mvp.
9. Достоверность источников информации в проекте.
10. Фреймворк для планирования проекта.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов

Итоговый контроль в форме зачета с оценкой проводится путем устного опроса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Малова, И. В. Управление проектами: Учебное пособие / И. В. Малова, М. С. Малов. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2025. – 120 с. – ISBN 978-5-907965-29-4. – DOI 10.31483/a-10719. – EDN HOHNDU.

2. Алесинская, Т. В. Управление проектами: концептуальные и методологические основы: Учебное пособие в двух частях / Т. В. Алесинская, К. В. Дрокина. – Ростов-на-Дону – Таганрог: Южный федеральный университет, 2025. – 137 с. – ISBN 978-5-9275-4945-0. – EDN WUUUXX.

Б. Дополнительная литература

1. Вицелярова, К. Н. Управление проектами / К. Н. Вицелярова. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. – 179 с. – ISBN 978-5-8333-1151-6. – EDN OCYNPA.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы:

- журнал «Управление проектами» - <http://www.pmmagazine.ru/>
- журнал «Инвестиции в России». ISSN:0868-5711.
- журнал «Финансы, деньги, инвестиции». ISSN:2222-0917.
- Журнал «Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы». ISSN: 2071-8217
- Журнал «Информационные технологии». ISSN: 1684-6400
- Журнал «Информационное общество». ISSN: 1606-1330
- Журнал «Вопросы экономики». ISSN: 0042-8736
- Журнал «Экономика и управление». ISSN: 1998-1627
- International Journal of science, technology and society. ISSN: 2330-7420

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Национальная ассоциация управления проектами: <http://sonnet.ru/>
- Сайт сетевой академии Ланит: www.projectmanagement.ru/index.asp
- Сайт «Управление проектами в России»: www.project.ru/
- Сайт международного журнала «Проблемы теории и практики управления» - <http://www.ptpu.ru/default.asp>
- Сайт Школы Инновационных Менеджеров - <http://novaman.ru>
- Сайт Федеральной службы государственной статистики: <http://www.gks.ru/>
- Крупнейший финансовый портал Рунета: <http://www.banki.ru/>
- Сайт инвестиционной компании «Финам»: <http://www.finam.ru/>
- Интернет-сайт Рейтингового агентства «Эксперт» www.raexpert.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)

Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Основы управления проектами*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (моноблоки, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры (моноблоки), укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде, кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 ProfessionalGetGe nuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе:	Контракт №175- 262ЭА/2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

	Word Excel Power Point Outlook	От 30.12.2019		перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 13.04.2025 № 13-143К/2025	не ограничено, лимит проверок 10000	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в управление проектами.	– основные понятия и методы управления проектами, – систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта – разрабатывать и оформлять проектную документацию	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Инициация и планирование проекта.	– принципы организации проектного управления – применять методики оценки параметров управления в проектах – разрабатывать стратегию управления проектами – методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Методология управления проектами	– основные понятия и методы управления проектами – применять методики оценки параметров управления в проектах – методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 4. Управление ресурсами проекта.	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта	Оценка за контрольные

	– разрабатывать и оформлять проектную документацию – методами анализа путей реализации проектов – методами анализа путей реализации проектов	работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 5. Командообразование.	– основные понятия и методы управления проектами – разрабатывать и оформлять проектную документацию – применять методики оценки параметров управления в проектах – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 6. Презентация результатов проектной работы.	– применять методики оценки параметров управления в проектах – разрабатывать стратегию управления проектами – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 7. Управление рисками проекта.	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта – разрабатывать и оформлять проектную документацию – разрабатывать стратегию управления проектами – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

**«Основы управления проектами»
основной образовательной программы**

04.03.01 Химия

05.03.06 Экология и природопользование

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

15.03.02 Технологические машины и оборудование

18.03.01 Химическая технология

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

19.03.01 Биотехнология

20.03.01 Техносферная безопасность

27.03.01 Стандартизация и сертификация

27.03.05 Инноватика

28.03.02 Наноинженерия

28.03.03 Наноматериалы

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы экономики и управление производством»

Направления подготовки:

18.03.01 Химическая технология
**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**
20.03.01 Техносферная безопасность
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
27.03.01 Стандартизация и сертификация
27.03.05 Инноватика
29.03.04 Технология художественной обработки материалов
38.03.01 Экономика

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

к.э.н., доцентом, заведующим кафедрой менеджмента и маркетинга, Д.С. Лопаткиным

к.э.н., доцентом, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга, Н.Н. Гриневым

к.т.н., доцентом, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга, Т.Н. Шушуновой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры менеджмента и маркетинга
«24» апреля 2025 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направлений подготовки: 18.03.01 Химическая технология; 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; 20.03.01 Техносферная безопасность; 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов; 27.03.01 Стандартизация и сертификация; 27.03.05 Инноватика; 29.03.04 Технология художественной обработки материалов; 38.03.01 Экономика, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой *менеджмента и маркетинга* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Основы экономики и управление производством**» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области обществознания, математики и всеобщей истории.

Цель дисциплины – получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования промышленного производства в системе национальной экономики, формирование финансового мышления и использование полученных знаний в практической деятельности.

Задача дисциплины:

- раскрытие сущности экономических явлений и процессов и освоение бакалаврами соответствующего понятийного аппарата;
- получение прикладных знаний в области развития форм и методов экономического управления предприятием в условиях рыночной экономики;
- овладение студентами основными методами решения задач управления производством;
- освоение методов и способов принятия и реализации финансовых и инвестиционных решений.

Дисциплина «Основы экономики и управление производством» преподаётся в 1 или 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения** УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК

Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.1 Знает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике УК-10.2 Умеет использовать экономические знания в различных сферах деятельности, анализировать и обобщать экономическую информацию для принятия обоснованных управленческих решений УК-10.3 Владеет навыками использования методов экономического и финансового планирования для достижения финансовых целей, а также инструментами управления личными финансами и финансовыми рисками

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные экономические законы развития общества в различных областях жизнедеятельности;
- нормативно правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия;
- базовые экономические инструменты, необходимые для управления личными финансами;
- аналитический инструментарий для организации, координации и контроля производственных процессов.

Уметь:

- анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты;
- проводить базовый экономический анализ деятельности предприятия и его основных производственных фондов;
- разрабатывать плановые задания для производственных подразделений предприятия;
- применять основные экономические знания для принятия грамотных потребительских решений в финансовой сфере.

Владеть:

- навыками поиска и обработки экономической информации, необходимой для формулирования выводов и принятия решений;
- навыками принятия финансовых решений относительно личных финансов с учетом экономических последствий;
- методами инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений предприятия.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина «Основы экономики и управления производством» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана, к обязательному модулю социально-гуманитарной подготовки. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,34	48	36

Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,66	24	18
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы рыночной экономики	24	12	6	6
1.1	Тема 1. Введение в экономику	8	4	2	2
1.2	Тема 2. Рыночные отношения и конкуренция	8	4	2	2
1.3	Тема 3. Национальный доход, занятость и финансовая политика	8	4	2	2
2.	Раздел 2. Управление личными финансами	24	8	4	12
2.1	Тема 4. Личный бюджет и финансовое планирование	12	4	2	6
2.2	Тема 5. Сбережения и инвестиции. Финансовые рынки и институты	12	4	2	6
3.	Раздел 3. Экономические основы управления производством	24	12	6	6
3.1	Тема 6. Финансовые инструменты для создания и развития бизнеса	8	4	2	2
3.2	Тема 7. Управление ресурсами предприятия. Анализ затрат на производство	8	4	2	2
3.3	Тема 8. Управление производством. Бережливое производство как методологическая основа современных производственных систем	8	4	2	2
	ИТОГО	72	32	16	24

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Цели и задачи курса. Структура излагаемого материала. Основные понятия, определения, терминология.

Раздел 1. Основы рыночной экономики

Тема 1. Введение в экономику

Экономические потребности, блага и ресурсы. Экономические системы и их сущность. Общественное производство и экономические отношения. Производственные возможности общества и экономический выбор. Кривая производственных возможностей. Закон убывающей

предельной полезности. Типы и модели экономических систем. Элемент экономической системы. Традиционная экономическая система. Собственность: формы и пути их преобразования.

Тема 2. Рыночные отношения и конкуренция

Рыночный механизм спроса и предложения. Совершенная и несовершенная конкуренции. Товарный (рыночный) тип общественного производства. Сущность и условия возникновения рынка. Виды рынков и их структура. Функции рынка. Товар и его свойства. Спрос и предложение на рынке. Понятие «эластичность». Эластичность спроса и предложения, точечная и дуговая. Совершенная и несовершенная конкуренции. Монополия. Максимизация прибыли монополистом. Олигополия.

Тема 3. Национальный доход, занятость и финансовая политика

Основные макроэкономические показатели. Экономические циклы, безработица и инфляция. Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет и государственный долг. Доходы и расходы государства. Межбюджетные трансферты. Налоги и налоговая система.

Раздел 2. Управление личными финансами

Тема 4. Личный бюджет и финансовое планирование

Человеческий капитал. Деньги, финансы, финансовые цели, финансовое планирование. Этапы составления личного финансового плана. Порядок определения финансовой цели. Альтернативы достижения финансовой цели. Домашняя бухгалтерия. Личные активы и пассивы. Личный и семейный бюджет: статьи доходов и расходов. Расчеты и платежи. Инструменты и каналы осуществления платежей. Безопасность при совершении расчетов и платежей. Налогообложение физических лиц.

Тема 5. Сбережения и инвестиции. Финансовые рынки и институты

Культура сбережений. Банковский вклад. Процентные ставки. Виды вкладов. Государственная система страхования вкладов. Налогообложение по вкладам физических лиц. Кредиты и займы. Личное банкротство. Пенсионное обеспечение: государственная пенсионная система, формирование личных долгосрочных накоплений. Экономическая сущность инвестиций. Формы и виды инвестирования. Инвестиционная привлекательность. Финансовые посредники. Принципы инвестирования. Инвестиционный портфель. Управление инвестиционными рисками. Типичные ошибки при осуществлении инвестиций. Кредитный рынок (банковский рынок): преимущества и недостатки для инвестиций. Фондовый рынок и его участники. Финансовые посредники и инфраструктура финансового рынка. Инструменты инвестирования. Виды ценных бумаг, их преимущества и недостатки. Альтернативные финансовые рынки для инвестиций (рынок драгоценных металлов и камней, рынок страхования, валютный рынок и др.). Права потребителей финансовых услуг и их защита.

Раздел 3. Экономические основы управления производством

Тема 6. Финансовые инструменты для создания и развития бизнеса

Понятия «предприятие и предпринимательство». Понятие и виды предпринимательства. Жизненный цикл и формы организации бизнеса. Организационно-правовые формы предприятия: индивидуальные предприятия, товарищества, общества, кооперативы, коллективные предприятия, государственные и муниципальные унитарные предприятия. Объединение предприятий: картель, синдикат, ассоциация, концерн, конгломерат. Система участия: отделение, дочернее предприятие, филиал, аффилированное предприятие. Малый бизнес: критерии отнесения предприятия к субъектам малого предпринимательства. Финансовые инструменты для

развития бизнеса. Государственная поддержка малого и среднего предпринимательства. Бизнес-план и учет рисков.

Тема 7. Управление ресурсами предприятия. Анализ затрат на производство.

Классификация ресурсов: материальные, трудовые, финансовые, информационные. Основные производственные фонды предприятий: понятие, классификация и структура. Понятие и структура основных средств. Износ и амортизация основных фондов. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Нормирование затрат ресурсов. Анализ и оценка эффективности использования активов предприятия. Труд и заработная плата. Производительность труда. Производственная программа и производственная мощность предприятия. Ресурсосбережение. Издержки производства и себестоимость продукции. Калькуляция издержек. Прибыль: бухгалтерская, экономическая и нормальная. Рентабельность – относительный показатель эффективности деятельности предприятия.

Тема 8. Управление производством. Бережливое производство как методологическая основа современных производственных систем

Понятие системы менеджмента. Системы менеджмента и производственные системы в организации. Планирование и организация производственного процесса. Типы производств. Специализация и кооперация. Принципы рациональной организации труда. Особенности технологического цикла и способы сокращения длительности технологических операций. Планирование производства. Современные тенденции в управлении производством: автоматизация, цифровизация, инновации в управлении производством, зеленые технологии. Основные понятия и принципы бережливого производства. Определение понятия «потери». Термины muda, muri, mura. Подход к определению времени создания добавленной ценности и поиску потерь. Виды потерь, их характеристика, примеры потерь, инструменты для анализа и устранения потерь. Управление трудовыми ресурсами на предприятии. Анализ состава и структуры персонала на предприятии. Развитие сотрудников для создания добавленной ценности организации. Инструменты системы бережливого производства Система 5С (5S).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	основные экономические законы развития общества в различных областях жизнедеятельности;	+			
2	нормативно правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия;			+	
3	базовые экономические инструменты, необходимые для управления личными финансами;		+		
4	аналитический инструментарий для организации, координации и контроля производственных процессов			+	
	Уметь:				
5	анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты;	+	+	+	
6	проводить базовый экономический анализ деятельности предприятия и его основных производственных фондов;			+	
7	разрабатывать плановые задания для производственных подразделений предприятия;			+	
8	применять основные экономические знания для принятия грамотных потребительских решений в финансовой сфере.		+		
	Владеть:				
9	навыками поиска и обработки экономической информации, необходимой для формулирования выводов и принятия решений;	+			
10	навыками принятия финансовых решений относительно личных финансов с учетом экономических последствий;		+		
11	методами и инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений предприятия			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные, компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
12		УК-10.1 Знает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике	+		

	УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.2 Умеет использовать экономические знания в различных сферах деятельности, анализировать и обобщать экономическую информацию для принятия обоснованных управленческих решений		+	+
		УК-10.3 Владеет навыками использования методов экономического и финансового планирования для достижения финансовых целей, а также инструментами управления личными финансами и финансовыми рисками		+	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине в объеме 16 акад. ч. (в 1 или 2 семестре) для очной формы обучения. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний.

Примерный перечень практических занятий

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
Тема 1	Знакомство с группой (в форме игры или в форме вопрос-ответ). Решение кейсов и практических заданий по теме «Введение в экономику».	2
Тема 2	Контроль знаний в интерактивном формате (тестирование, устный опрос, квиз-опрос или решение задач) по «Рыночные отношения и конкуренция».	2
Тема 3	Выступление на тему: «Экономика моего региона».	2
Тема 4	Выполнение расчетного задания по теме «Личный бюджет и финансовое планирование».	2
Тема 5	Решение тестов, кейсов и практических заданий по теме «Сбережения и инвестиции. Финансовые рынки и институты».	2
Тема 6	Защита работы на тему: «Как преумножить миллион?»	2
Тема 7	Решение тестов, задач и практических заданий по теме «Управление ресурсами предприятия. Анализ затрат на производство»	2
Тема 8	Контроль знаний в интерактивном формате (тестирование, устный опрос, квиз-опрос или решение задач)	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 24 акад. ч для очной формы обучения. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, и РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекций;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой*.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на

лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных заданий (по одной контрольной работе по каждому разделу). Раздел 1 – 2 контрольных задания. Раздел 2 – 1 контрольное задание. Раздел 3 – 2 контрольных задания. Максимальная оценка за выполнение контрольных заданий 50 баллов, по 10 баллов за каждое контрольное задание. За посещение лекционных занятий обучающийся может набрать дополнительно 10 баллов. Максимальное количество баллов в семестре – 60 баллов. На зачет с оценкой отводится 40 баллов.

Раздел 1. Основы рыночной экономики

Контрольное задание №1 (максимальная оценка 10 баллов)

Контроль знаний происходит в форме тестирования/решения задач/устного опроса/квиза (форма контроля выбирается преподавателем, ведущим практические занятия).

Примеры задач:

Задача №1.

Даны функции спроса и предложения: $QD = 18 - 4P$; $QS = -22 + 6P$. Определить равновесную цену и равновесный объем продукта.

Решение:

1) При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия объемы спроса и предложения равны $QD = QS$. Следовательно, для определения равновесной цены и равновесного объема, следует приравнять левую и правую части уравнений:

$$18 - 4P = -22 + 6P; -$$

$$10P = -40;$$

$P = 4$, что и будет являться равновесной ценой.

2) Для того, чтобы определить равновесный объем продукта, необходимо подставить найденное значение равновесной цены (PE) в любую из данных функций, например, функцию спроса:

$$QD = 18 - 4 \cdot 4 = 2.$$

3) Поскольку в состоянии равновесия $QD = QS = QE$, то найденный объем и будет равновесным.

Ответ: $PE = 4$; $QE = 2$.

Задача №2.

Функция рыночного спроса на товар: $PD = 24 - 2Q$, а функция предложения: $PS = 8 + 2Q$. Государство ввело налог с продаж в размере 4 ден.ед.. Какими будут новая равновесная цена и новое равновесное количество продукции?

Решение:

1) При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях

рыночного равновесия функции спроса и предложения равны: $PD = PS$. Следовательно, для определения равновесной цены и равновесного объема, следует приравнять левую и правую части уравнений:

$$PD = PS, \text{ т.е. } 24 - 2Q = 8 + 2Q;$$

$$16 = 4Q;$$

$$4 = QE., \text{ а } PE = 24 - 2 \cdot 4 = 16 \text{ ден. ед.}$$

2) Если государство введет налог с продаж в размере 4 ден. ед., то цена товара поднимется до $16 + 4 = 20$ ден. ед. При этом предложение будет равно $20 = 8 + 2QS$, т.е. $QS = 6$ единиц продукции, а объем спроса будет равен $20 = 24 - 2QD$, т.е. $QD = 2$ единицы продукции. Следовательно, $6 - 2 = 4$ единицы произведенной продукции не будут куплены.

3) При введении налога с продаж в размере 4 ден. ед. продавцы вынуждены поднять цену, при этом кривая предложения сдвинется вправо-вверх. Новое равновесное количество продаж будет равно:

$$24 - 2Q = (8 + 4) + 2Q;$$

$$Q'E = 3.$$

Зная новый равновесный объем можно найти равновесную цену:

$$P'E = 12 + 2 \cdot 3 = 18.$$

Ответ: новая равновесная цена равна $P'E = 18$ ден. ед., а новое равновесное количество равно $Q'E = 3$.

Задача №3.

Имеются три функции спроса и соответствующие им функции предложения:

$$1) \quad QD = 6 - P, \quad QS = -1 + P;$$

$$2) \quad QD = 24 - P, \quad QS = -6 + P;$$

$$3) \quad QD = 4 - 2P, \quad QS = -4 + 6P.$$

Государство вводит субсидию производителям в размере 4 ден. ед. за каждую единицу продукции. В каком случае большую часть субсидии получают потребители? Почему?

Решение:

При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия объемы спроса и предложения равны $QD = QS$.

1) Определим равновесную цену и равновесный объем для каждого случая:

$$1) \quad 6 - P = -1 + P;$$

$$PE = 3, 5, \quad QE = 2, 5$$

$$2) \quad 24 - P = -6 + P;$$

$$PE = 15, \quad QE = 9.$$

$$3) \quad 4 - 2P = -4 + 6P;$$

$$PE = 1, \quad QE = 2.$$

2) Если будет введена субсидия производителям, продавцы смогут уменьшить цену предложения на размер субсидии. Найдем цену предложения с учетом субсидии:

$$1) \quad PS = QS + 1 - 4 = QS - 3.$$

$$2) \quad PS = QS + 6 - 4 = QS + 2.$$

$$3) \quad PS = QS / 6 + 4 - 4 = QS / 6.$$

Отсюда новая функция предложения:

$$1) \quad QS = 3 + P.$$

$$2) \quad QS = -2 + P.$$

$$3) \quad QS = 6P.$$

Найдем новое состояние равновесия:

$$1) \quad 6 - P = 3 + P;$$

$$P = 1, 5, \quad Q = 4, 5.$$

$$2) \quad 24 - P = -2 + P;$$

$$P = 13, \quad Q = 11.$$

$$3) \quad 4 - 2P =$$

6P; $P = 1/2$, $Q = 3$.

Ответ: Большую часть субсидии потребители получают при варианте 3), так как цена снизится на 50% от первоначальной величины, при этом объем реализации вырастет в 1,5 раза.

Задача №4.

Кривая спроса описывается функцией $QD = 70 - 2P$, а кривая предложения $QS = 10 + P$. Правительство ввело налог на потребителей в размере 9 условных единиц за единицу продукции.

Определите:

- 1) Как изменятся равновесные цена и объем продукции.
- 2) Какова величина дохода государства от введения

налога. Решение:

1) При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия объемы спроса и предложения равны $QD = QS$.

$$70 - 2P = 10 + P;$$

$$3P = 60;$$

$$P = 20;$$

$$Q = 70 - 2 \cdot 20 = 10 + 20 = 30.$$

2) Найдем равновесную цену и равновесный объем продукции после введения налога: $QD(H) = 70 - 2(P + 9)$;

$$QD(H) = QS;$$

$$70 - 2(P + 9) = 10 + P;$$

$$70 - 2P - 18 - 10 = P;$$

$$3P = 42;$$

$$P = 14. \text{ Отсюда найдем:}$$

$$QD = 70 - 2 \cdot (14 + 9) = 10 + 14 = 24.$$

$$\text{Также найдем: } \Delta P = 14 - 20 = -6; \Delta Q = 24 - 30 = -6$$

$$\text{Доход государства при этом составит } 9 \cdot 24 = 216.$$

Ответ:

- 1) Равновесные цена и объем продукции снизились на 6 единиц.
- 2) Доход государства составит 216 условных единиц.

Задача №5.

В стране А экономическая ситуация охарактеризуется следующими показателями: ставка подоходного налога равна 20% (применяется пропорциональная система налогообложения); расходы государственного бюджета – 200 млрд. ден. ед.; фактические доходы населения – 600 млрд. ден. ед.; возможные доходы при полной занятости экономических ресурсов – 1200 млрд. ден. ед.

Определите:

- а) фактическое состояние бюджета (фактический дефицит/профицит)
- б) структурное состояние бюджета (структурный дефицит/профицит) в) циклическое состояние бюджета (циклический дефицит/профицит). Сделайте вывод по задаче. правильно

Решение:

а) Факт. доходы гос. бюджета = фактические доходы населения * ставка подоходного налога.

$$\text{Факт. доходы гос. бюджета} = 600 \cdot 20\% = 120 \text{ млрд. ден. ед.}$$

$$\text{Факт. состояние бюджета} = \text{факт. доходы гос. бюджета} - \text{расходы гос. бюджета}$$

$$\text{Факт. состояние бюджета} = 120 - 200 = -80 \text{ млрд. ден. ед.}$$

Отрицательное значение данного показателя означает фактический дефицит гос. бюджета, который составляет 80 млрд. ден. ед.

б) Под структурным состоянием бюджета понимают разность между текущими

государственными расходами и теми доходами государственного бюджета, которые поступили бы в него в условиях полной занятости при существующей системе налогообложения.

Формула:

$BS = G - t * Y$, где

BS - структурное состояние бюджета;

G - расходы гос. бюджета;

t – ставка подоходного налога;

Y – возможные доходы при полной занятости экономических ресурсов.

$BS = 200 - (1200 * 20\%) = - 40$ млрд. ден. ед.

Отрицательное значение данного показателя означает структурный дефицит гос. бюджета, который составляет 40 млрд. ден. ед.

в) Доходы гос.бюджета, при полной занятости = возможные доходы при полной занятости экономических ресурсов * ставка подоходного налог

Доходы гос.бюджета, при полной занятости = $1200 * 20\% = 240$ млрд. ден. ед.

Циклическое состояние бюджета = расходы гос. бюджета - доходы гос.бюджета, при полной занятости.

Циклическое состояние бюджета = $200 - 240 = - 40$ млрд. ден. ед.

Второй вариант решения:

Циклическое состояние бюджета = факт. состояние бюджета – структурное состояние бюджета.

Циклическое состояние бюджета = $- 80 - (-40) = - 40$ млрд. ден. ед.

Отрицательное значение данного показателя означает циклический дефицит гос. бюджета, который составляет 40 млрд. ден. ед.

Примеры вопросов для устного опроса:

Что такое экономические потребности, и чем они отличаются от экономических ресурсов?

Назовите и поясните основные виды экономических благ с примерами.

Что такое экономическая система и каковы ее основные элементы?

Чем традиционная экономическая система отличается от рыночной и командной?

Что такое производственные возможности общества и почему их ресурсы ограничены?

Поясните, что показывает кривая производственных возможностей.

Каков смысл закона убывающей предельной полезности? Приведите пример.

Какие существуют типы собственности и каковы пути их преобразования?

Чем отличаются экономические отношения от производственных отношений?

Что такое экономический выбор и почему он возникает?

Что такое рынок и какие условия необходимы для его возникновения?

Назовите и поясните основные функции рынка.

Чем спрос отличается от предложения и какие факторы их формируют?

Что такое эластичность спроса и предложения, какие виды эластичности вы знаете?

Чем отличается точечная эластичность спроса от дуговой эластичности?

Что понимается под совершенной конкуренцией и каковы её основные признаки?

Каковы отличия монополии от совершенной конкуренции?

Каким образом монополист максимизирует свою прибыль?

Что такое олигополия и какие её главные особенности?

Каковы основные отличия несовершенной конкуренции от совершенной?

Контрольное задание №2 (максимальная оценка – 10 баллов)

Подготовка выступления на тему «Экономика моего региона»

Цель задания: подготовить и представить устное выступление с использованием презентации, раскрывающее ключевые особенности экономики вашего региона проживания («родного»). Выполнение задания возможно в небольших группах. Подробные требования к заданию представлены в методических рекомендациях по дисциплине.

Раздел 2. Управление личными финансами

Контрольное задание №3 (максимальная оценка – 10 баллов)

Сложно планировать достижение финансовых целей, не представляя размер собственных доходов и расходов. Оцените доходы и расходы Вашей семьи за прошедший год, используя шаблон Семейный бюджет.xlsx. Шаблон для заполнения предоставляет преподаватель. Для того чтобы получить более общую картину, просуммируйте полученные доходы и расходы по статьям и занесите полученные результаты в итоговую таблицу.

Годовые доходы и расходы, руб.

Доходы	руб.	Расходы	руб.
Ежемесячный доход		Ежемесячные расходы	
Годовые доходы		Годовые разовые расходы	
Суммарный годовой доход		Итого расходы за год	
Доходы – расходы (Остаток на конец года)			

Подобную таблицу можно составлять и по месяцам, и по годам, в зависимости от горизонта поставленных целей. Подробные требования к заданию представлены в методических рекомендациях по дисциплине.

Раздел 3 Экономические основы управления производством

Контрольное задание №4 (максимальная оценка – 10 баллов)

«Как приумножить миллион?»

Вы получили в наследство 1 млн. руб. Ваша задача грамотно распорядиться этими деньгами и постараться приумножить их, используя знания, полученные на занятиях по дисциплине «Основы экономики и управления производством». Обучающийся может выбрать одно из направлений «Инвестиции» или «Открытие собственного дела». Выполнение задания возможно в небольших группах (капитал объединяется).

Результаты работы представить в виде презентации. Подробные требования к заданию представлены в методических рекомендациях по дисциплине.

Контрольное задание №5 (максимальная оценка – 10 баллов)

Контроль знаний происходит в форме тестирования/решения задач/устного опроса/квиза (форма контроля выбирается преподавателем, ведущим практические занятия).

Примеры тестовых заданий:

1. Субъектами предпринимательства могут быть:

- Физические лица;
- Физические и юридические лица; +
- Юридические лица.

2. Какие бывают формы предпринимательства?

- а. Частное, общее, государственное;
- б. Индивидуальное, партнерское, корпоративное; +
- в. Индивидуальное, совместное.

3. Предпринимательство выполняет следующие функции:

- а. Социально-экономическую, направляющую, распределительную, организаторскую;
- б. Экономическую, политическую, правовую, социально-культурную;
- в. Общеэкономическую, политическую, ресурсную, организаторскую, социальную,

творческую. +

4. Что является основами свободного предпринимательства?

- а. Рыночный механизм, частная собственность и совершенная конкуренция;
- б. Диалектическая взаимосвязь производительных сил, производственных отношений и хозяйственного механизма, действующих в условиях частной собственности на средства производства, свободы предпринимательства и свободной конкуренции; +
- в. Производительные силы, материальные и трудовые ресурсы, находящиеся в свободном для предпринимателей доступе.

5. Производственное предпринимательство – вид бизнеса, основу которого составляет:

- а. Материальное производство;
- б. Материальное производство и оказание услуг;
- в. Материальное, интеллектуальное и духовное производство. +

6. Какое определение цены наиболее верно в современных условиях хозяйствования:

- а. Цена – это количество денег, других товаров и услуг, величина процента, за которое продавец согласен продать, а покупатель готов купить единицу товара или услуги; +
- б. Цена – количество денег, за которое продавец согласен купить, а покупатель готов продать единицу товара или услуги;
- в. Цена – денежное выражение стоимости товара.

7. Максимизация массы прибыли:

- а. Задача государственной ценовой политики
- б. Задача ценовой стратегии фирмы +
- в. Задача ценовой политики фирмы

8. Анализ финансово-хозяйственной деятельности можно рассматривать как:

- а. Микроэкономический анализ;
- + б. Макроэкономический анализ;
- в. Статистический анализ.

9. Роль анализа в управлении предприятием – это:

- а. Разработка бюджета предприятия;
- б. Основа разработки планов и принятия управленческих решений; + в. Одна из функций управления.

10. Предметом анализа финансово-хозяйственной деятельности является:

- а. Экономические результаты деятельности предприятия;
- б. Планирование, учет, анализ и принятие управленческого решения;
- в. Причинно-следственные связи экономических явлений и процессов. +

Примеры вопросов для устного опроса:

1. Сущность и понятие экономики. Хрематистика. Участники (субъекты) экономических отношений.
2. Основные факторы производства. Факторный доход.
3. Нужды и потребности как основной мотив деятельности людей.
4. Уровни экономики.
5. Виды экономики. Исторические экономические этапы (от аграрной до экономики эмоций)

6. Рынок. Основные черты и функции.
7. Закон спроса и закон предложения. Детерминанты спроса и предложения.
8. Основные типы конкуренции
9. Безработица. Виды и последствия для государства и населения.
10. Издержки производства и их классификация.
11. Финансовая система РФ.
12. Доходы и расходы бюджета. Основные способы погашения дефицита бюджета.
13. Налоговые доходы. Классификация и основные виды.
14. Ключевая ставка ЦБ РФ.
15. Сущность предпринимательской деятельности и виды предпринимательства.
16. Организационно-правовые форма ведения бизнеса
17. Организационно экономические формы сотрудничества между предприятиями
18. Внутренняя и внешняя среда предприятия.
19. Критерии отнесения предприятия к субъекту малого бизнеса.
20. Способы начать свой бизнес.
21. Основные финансовые результаты деятельности организации. Направления использования чистой прибыли. Бухгалтерская и экономическая прибыль. Виды рентабельности.
22. Активы предприятия (оборотные и внеоборотные).
23. Дебиторская и кредиторская задолженности предприятия.
24. Трудовые ресурсы предприятия.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 или 2 семестр – зачет с оценкой)

1. Потребности и ресурсы.
2. Выбор и ограничения в экономике.
3. Производственные возможности.
4. Собственность как экономическая и юридическая категория.
5. Виды и формы собственности в современной экономике.
6. Понятие и эволюция экономических систем. Современные экономические системы; Модели смешанной экономики.
7. Спрос и предложение. Взаимодействие спроса и предложения.
8. Монополия. Рынок единственного продавца. Антимонopolное законодательство.
9. Олигополия. Характеристика рынка.
10. Конкуренция, основные типы рыночных структур.
11. Экономические издержки производства, их структура и виды (определение и структура издержек производства; стоимостная функция производства).
12. Предприятие – как субъект и объект предпринимательской деятельности. Законодательная база предпринимательской деятельности. Нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности и критерии их выбора.
13. Предпринимательская деятельность и поведение фирмы на рынке (фирма: ее трактовки и типы; цель фирмы; выручка и прибыль; принцип максимизации прибыли;
14. Предпринимательство: понятие, виды и основные формы.
15. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности критерии их выбора.
16. Внешняя и внутренняя среда предприятия.
17. Производственная программа и производственная мощность предприятия.
18. Основные производственные фонды химических предприятий: понятие, классификация и структура.
19. Оценка основных средств. Методы оценки основных фондов.

20. Показатели использования основных производственных фондов. Износ и амортизация основных фондов.
21. Показатели использования основных производственных фондов, Пути улучшения использования ОПФ.
22. Оценка эффективности использования основных производственных фондов.
23. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Источники формирования оборотных средств. Оборачиваемость оборотных средств.
24. Определение потребности в оборотных средствах.
25. Показатели использования оборотных средств. Пути улучшения использования оборотных средств.
26. Сущность, функции и задачи финансов предприятия. Собственные и заемные финансовые ресурсы. Баланс доходов и расходов.
27. Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет.
28. Цена на продукцию и принципы ценообразования. Виды цен. Структура цены, система цен.
29. Ценовая политика предприятия. Разработка ценовой стратегии.
30. Понятие прибыли и дохода предприятия, методы их расчета.
31. Понятие инвестиций и их классификация. Инвестиционный проект и инвестиционный цикл.
32. Налоговая политика. Принципы налогообложения.
33. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.
34. Личный бюджет. Структура, способы составления и планирования личного бюджета.
35. Личный финансовый план: финансовые цели, стратегия и способы их достижения. Функции личных финансов.
36. Финансовые ресурсы семьи. Состав финансовых ресурсов семьи.
37. Управление личными финансами. Инструменты государственного воздействия на личные финансы населения.
38. Процентные ставки и факторы их определяющие. Механизм формирования процентной ставки на рынке. Виды процентных ставок.
39. Доходность и риск на финансовом рынке. Показатели доходности и риска и их соотношение. Виды рисков, связанных с ценными бумагами. Систематический (рыночный) и несистематический (специфический) риск портфеля. Требуемая доходность по инструменту.
40. Ценные бумаги. Классификации ценных бумаг.
41. Фондовая биржа. Участники биржевых торгов. Листинг и делистинг.
42. Анализ финансовых результатов предприятия. Анализ финансового состояния предприятия.
43. Сущность и содержание экономического анализа. Цель, задачи, предмет и объекты экономического анализа.
44. Классификация видов экономического анализа. Качественный и количественный анализ. Производственный и финансовый анализ.
45. Методы комплексной оценки хозяйственной деятельности. Цели и содержание комплексного экономического анализа.
46. Основные понятия и определения: характеристика предпринимательства, связь понятий «предпринимательская деятельность», «предпринимательство», «бизнес».
47. Деловые интересы предпринимателей: понятие, их виды и характеристика.
48. Предпринимательская идея (бизнес-идея): понятие идеи, источники идей, технология накопления идей, изучение и анализ потребностей (потребность - желание - спрос), виды потребностей.

49. Бизнес-план проекта: понятие, назначение, классификация, функции, цель и задачи, принципы.

50. Организация бизнеса: этапы организации предпринимательской деятельности в РФ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 или 2 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «**Основы экономики и управление производством**» проводится в 1 или 2 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 теоретических вопросов и задачи.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» зав. каф. МиМ (Должность, наименование кафедры) Д.С. Лопаткин (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра менеджмента и маркетинга
	38.03.01 Экономика
	Профиль – «Экономика и управления предприятием химической промышленности»
Основы экономики и управления производством	
Билет № _ 1. Олигополия. Характеристика рынка. 2. Ценные бумаги. Классификации ценных бумаг. 3. Годовая выручка организации составила 5 млн рублей, годовые переменные издержки составили 3,5 млн рублей, накладные расходы составили – 0,6 млн рублей. Рентабельность продаж составила __%.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература:

1. Петросян, Л. Э. Экономическая культура: теория и практика: учебное пособие для вузов / Л. Э. Петросян. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 180 с. — ISBN 978-5-507-52464-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/489290> (дата обращения: 26.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Кондратьева, И. В. Экономика предприятия / И. В. Кондратьева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 232 с. — ISBN 978-5-507-45267-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263045> (дата обращения: 26.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература:

1. Экономика и право: проблемы, стратегия, мониторинг : монография / З. А. Айларова, В. В. Табольская, Д. Н. Ермаков [и др.] ; под редакцией Э. В. Фомина. — Чебоксары : , 2023. — 196 с. — ISBN 978-5-907688-52-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/412709> (дата обращения: 26.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Нормативная литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации, ч. 1. 2, 3, 4 с изменениями.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации с изменениями.
3. Земельный кодекс Российской Федерации с изменениями.
4. Налоговый кодекс, ч. 1, 2 с изменениями.
5. Федеральный закон от 25.02.1999 № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».

9.2. Рекомендуемые источники научной информации

1. <http://www.ecsocman.edu.ru>
2. <http://www.eup.ru>
3. <http://www.buhgalteria.ru>
4. <http://www.business-ethics.com>
5. <http://www.worldeconomy.ru>

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://fgosvo.ru> Портал Федеральных государственных стандартов высшего образования.
- <http://www.consultant.ru> Правовая база.
- <http://smartandmarketing.com> Портал для маркетологов.
- <http://www.e-executive.ru> Портал сообщества менеджеров.
- www.advi.ru Электронный журнал «Рекламные идеи».
- <https://muctr.ru> Сайт РХТУ им. Д.И.Менделеева.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения;
- Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) могут применяться следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:
 - ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
 - платформы для проведения вебинаров;
 - платформы для проведения онлайн конференций (Яндекс.Телемост и др.);
 - учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
 - сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться платформы для проведения онлайн конференций и отдельные специализированные модули LMS.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы экономики и управление производством»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (моноблоки, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры (моноблоки), укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные

материалы в печатном и электронном виде, кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 ProfessionalGetGe nuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 От 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт от 13.04.2025 № 13-143К/2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы рыночной экономики	Знает: – основные экономические законы развития общества в различных областях жизнедеятельности; Умеет: – анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты; Владеет: – навыками поиска и обработки экономической информации, необходимой для формулирования выводов и принятия решений;	Оценка за посещение лекций. Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Управление личными финансами	Знает: – базовые экономические инструменты, необходимые для управления личными финансами; Умеет: – анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты; – применять основные экономические знания для принятия грамотных потребительских решений в финансовой сфере. Владеет: – навыками принятия финансовых решений относительно личных финансов с учетом экономических последствий;	Оценка за посещение лекций. Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Экономические основы управления производством	Знает: – нормативно правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия; – аналитический инструментарий для организации, координации и контроля производственных процессов. Умеет: – анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты; – проводить базовый экономический анализ деятельности предприятия и его основных производственных фондов; – разрабатывать плановые задания для производственных подразделений предприятия; Владеет: – методами и инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений предприятия.	Оценка за посещение лекций. Оценка за контрольную работу. Оценка за зачет с оценкой

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы экономики и управление производством»

основной образовательной программы

18.03.01 Химическая технология

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

20.03.01 Техносферная безопасность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

27.03.01 Стандартизация и сертификация

27.03.05 Инноватика

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Профильное программное обеспечение для решения задач
профессиональной деятельности»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.
- д.т.н., профессором кафедры информатики и компьютерного проектирования Соломатиным А.С.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шакиной Э.А.
- старшим преподавателем кафедры информатики и компьютерного проектирования Сафоновой В.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«21» мая 2025 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой **информатики и компьютерного проектирования** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. В дисциплине изучаются практические аспекты современной теории информационных систем. Подробно описаны формы представления информации, основы информационной культуры, инструменты информационного поиска, проблемы информационного общества, информационные технологии передачи и обработки информации, сведения об экономических информационных системах и технических средствах информационных технологий. Изучение дисциплины базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в общеобразовательной или профессиональной образовательной организации. Предполагается, что студенты знакомы с основными понятиями информатики. Студенты также должны владеть основными навыками работы с ПК.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения дисциплины у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи дисциплины – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

Дисциплина **«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1; Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации ОПК-8.2; Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности

		ОПК-8.3; Отбирает и применяет прикладное программное обеспечения для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48
Лекции (Л)		-
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32
Самостоятельная работа (СР)	0,67	24
Подготовка к практическим занятиям	0,28	10
Подготовка к лабораторным работам	0,28	10
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	4
Вид итогового контроля:	Зачет	

Вид учебной работы	

	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	36
Лекции (Л)		-
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24
Самостоятельная работа (СР)	0,67	18
Подготовка к практическим занятиям	0,28	7,5
Подготовка к лабораторным работам	0,28	7,5
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	3
Вид итогового контроля:	Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Академ. час.				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии	20	-	5	10	5
1.1	Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП).	4	-	1	2	1
1.2	Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции, особенности. Стандартные и нестандартные функции Python.	4	-	1	2	1
1.3	Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder).	4	-	1	2	1
1.4	Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy, сравнение с MATLAB.	4	-	1	2	1
1.5	Построение графиков на языке Python с использованием модуля matplotlib	4	-	1	2	1

2.	Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	14	-	3	6	5
2.1	Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности выполнения действий над матрицами на языке Python, информационные матричные функции.	4	-	1	2	1
2.2	Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций.	5	-	1	2	2
2.3	Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.	5	-	1	2	2
3.	Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами	20	-	5	10	5
3.1	Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента	4	-	1	2	1

3.2	Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация на Python.	4	-	1	2	1
3.3	Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК	4	-	1	2	1
3.4	Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.	4	-	1	2	1
3.5	Методика использования решателей в модуле scipy.optimize, функции root_scalar, root.	4	-	1	2	1
4.	Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами	21	-	4	8	9
4.1	Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.	5	-	1	2	2
4.2	Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле scipy.optimize Встроенные методы SciPy, функции minimize_scalar, minimize.	5	-	1	2	2

4.3	Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов наPython.	8	-	1	2	5
	Зачет	-	-	-	-	-
	ИТОГО	72	0	16	32	24

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии

1.1. Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП). Создание и использование дистрибутива Anaconda. Инфраструктуры Spyder, Jupiter, структура языка. Основные структуры данных (список, кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.

1.2. Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции языка Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод).

1.3. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции if, for, while.

1.4 Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB. Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python. Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.

1.5 Построение графиков на языке Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.

Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

2.1. Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

2.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Решение СЛАУ на языке Python с использованием модулей numpy.linalg и scipy.linalg, и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.

2.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами

3.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента

3.2. Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

3.3. Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК scipy.polyfit, scipy.optimize.least_squares, scipy.optimize.lsqr_linear.

3.4.. Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

3.5. Методика использования решателей в модуле `scipy.optimize`, функции `root_scalar`, `root`.

Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами

4.1. Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.

4.2. Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле `scipy.optimize`. Встроенные методы SciPy, функции `minimize_scalar`, `minimize`.

4.3. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов в Python. Выбор решателя в модуле `scipy.integrate`, функции `solve_ivp`, `solve_bvp`.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)	+			+
2	– современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.		+	+	
	Уметь:				
3	– выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности		+	+	
4	– анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.				+
	Владеть:				
5	– навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	+			
6	– навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.		+		+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
8	ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1; Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации	+	+	+	+
		ОПК-8.2; Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности	+	+	+	+
		ОПК-8.3; Отбирает и применяет прикладное программное обеспечения для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор.	2
2	1.2.	Введение в программирование на языке Python. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python.	2
3	2.3.	Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB.	2
4	2.1.	Прямые и итерационные численные методы. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Обзор методов решения СЛАУ.	2
5	3.1.	Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Определение критерия Стьюдента.	2
6	3.2.	Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Постановка задачи интерполяции и аппроксимации.	2
7	4.1.	Классификация задач и методов оптимизации. Обзор методов: градиентные, безградиентные, случайного поиска. Градиентные методы поиска экстремума, общая характеристика. Метод наискорейшего спуска. Безградиентные методы: метод деформируемого многогранника (симплексный). Методы случайного поиска.	2
8	4.2.	Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Постановка задачи Коши. Оценка погрешности.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине **«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»**, а также дает:

- знания об основных численных методах, необходимых химикам-технологам;
- умения пользоваться пакетами прикладных программ для обработки, представления и передачи данных;
- умения разрабатывать и пользоваться различными системами баз данных;

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума в семестре составляет 70 баллов (максимально по 5 балла за каждую работу, всего 14 работ). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1.	Создание и использование дистрибутива Anaconda для создания окружения Python . Среды разработки Spyder и Jupyter Notebook . Основные структуры данных (список, кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.	2
2	1.2.	Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод). Управляющие конструкции if, for, while.	2
3	1.3.	Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python.	2
4	1.4.	Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.	2
5	1.5.	Построение графиков в Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.	2
6	2.1.	Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).	2
7	2.2.	Решение СЛАУ с использованием модулей ПКМ Python: numpy.linalg и scipy.linalg. и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.	2
8	2.3.	Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Расчет числа обусловленности СЛАУ.	2
9	3.1.	Обработка результатов измерения одной величины. Расчет точечных и интервальных оценок, использование U-критерия и критерия Стьюдента.	2

10	3.2.	Приближение функции. Решение практических задач аппроксимации и интерполяция с использованием функций Python для аппроксимации и МНК <code>scipy.polyfit</code> , <code>scipy.optimize.least_squares</code> , <code>scipy.optimize.lsqr_linear</code> .	2
11	3.3.	Решение систем нелинейных уравнений (СНУ). Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Использование решателей <code>simplify</code> , <code>collect</code> , <code>pretty</code> . Методика использования решателей в модуле <code>scipy.optimize</code> , функции <code>root</code> <code>scalar</code> , <code>root</code> .	4
12	4.1.	Решение задач многомерной оптимизации. Градиентные методы. Постановка задачи. Алгоритм метода наискорейшего спуска, реализация метода с использованием языка Python.	2
13	4.2.	Решение задач многомерной оптимизации. Безградиентные методы. Постановка задачи. Встроенные методы SciPy, функции <code>minimize_scalar</code> , <code>minimize</code> . Выбор решателя в модуле <code>scipy.optimize</code>	2
14	4.3.	Реализация методов решения дифференциальных уравнений с использованием языка Python. Выбор решателя в модуле <code>scipy.integrate</code>	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в семестре складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 30 баллов) и лабораторного практикума (максимальная оценка 70 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в семестре предусмотрена 1 контрольная работа.
Максимальная оценка за контрольную работу составляет 30 баллов.

Раздел 1,2,3,4. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вариант контрольной работы

- 1) Дисперсия. Среднее значение. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Нахождение доверительного интервала.
- 2) Одномерные массивы. Ввод-вывод. Сумма. Максимум и минимум. Сортировка. Норма вектора

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет).

Итоговый контроль по дисциплине в семестре не предусмотрен.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А., Павлов А.С. Приближение функции с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 80 с.
2. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А. Одномерная и многомерная оптимизация с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. – 96 с.
3. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Васильев А.С. Решение вычислительных задач на языке Python в химии и химической технологии: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 176 с.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: [учеб. пособие] / Гартман Т.Н., Клушин Д.В. – СПб.: Изд-во Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шакина Э.А., Сафонова В.Д., Павлов А.С., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Гартман Т.Н., Асеев К.М. Обработка результатов исследований с применением многофункционального табличного редактора: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 60 с.
2. Шакина Э.А., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Миронов В.И., Калинин В.Н., Артемьева Л.И., Соломатин А.С. – М.: Введение в информатику. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 80 с.

3. Гартман Т.Н., Клушин Д.В.: Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов; учебное пособие для ВУЗов. – М. изд. «Академкнига», 2008. – 416 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://intuit.ru>
- <http://wolframalfa.com>
- <http://mathnet.ru>
- <http://arxiv.org> и archive.org

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- Текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Мессенджер Telegram
- Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»* проводятся в форме практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам курса. Демонстрационный материал по курсу.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each	Контракт № 28-35ЭА/2020 от	150 лицензий для активации	бессрочная

	AcademicEdition	26.05.2020	на рабочих станциях	
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.	<i>Знает:</i> – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы. <i>Умеет:</i> – выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности – анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии. <i>Владеет:</i> – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум
Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).	<i>Знает:</i> – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум

	<i>Умеет:</i> – анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии. <i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	
Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.	<i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум
Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами.	<i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»

направления подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная механика»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры инженерного проектирования технологического оборудования Н.Н. Ляниковой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева «___» _____ 2025 г., протокол №___.

1. Цель и задачи дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Дисциплина **«Прикладная механика»** относится к обязательной части (Б1.О.) дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, инженерной и компьютерной графики, теоретической механики.

Цель дисциплины – научить студентов творческому подходу к выполнению инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций, деталей и узлов машин и аппаратов.

Задачи дисциплины сводятся к изучению методов расчета элементов химико-технологического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость, изучению конструкций и принципов работы деталей и узлов машин, а также к формированию навыков разработки конструкторской документации.

Дисциплина **«Прикладная механика»** преподается в третьем и четвертом семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение прикладных знаний	ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли	ОПК-7.2 Демонстрирует знание свойств используемых материалов при проведении проектно-конструкторских и расчетных работ в профессиональной деятельности ОПК-7.3 Проводит проектно-конструкторские и расчетные работы, связанные с профессиональной деятельностью

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;
- основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов;
- основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии.

уметь:

- проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;
- рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;
- производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин.

владеть:

- навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;
- навыками выбора материалов по критериям прочности;
- расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	4	144	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	1,78	64	0,44	16
Лекции	0,89	32	0,89	32		
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	32	0,44	16
Самостоятельная работа	4,78	172	2,22	80	2,56	92
Контактная самостоятельная работа	4,78	0,8	2,22	0,4	2,56	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6		43,6		
Расчетно-графические работы		18		18		-
Подготовка к контрольным работам		18		18		-
Курсовой проект		91,6				91,6
Вид итогового контроля:			зачет с оценкой		курсовой проект	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	4	108	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60	1,78	48	0,44	12
Лекции	0,89	24	0,89	24		-
Практические занятия (ПЗ)	1,33	36	0,89	24	0,44	12
Самостоятельная работа	4,78	129	2,22	60	2,56	69
Контактная самостоятельная работа	4,78	0,6	2,22	0,3	2,56	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		32,7		32,7		
Расчетно-графические работы		13,5		13,5		-
Подготовка к контрольным работам		13,5		13,5		-
Курсовой проект		68,7				68,7
Вид итогового контроля:			<i>зачет с оценкой</i>		<i>курсовой проект</i>	

4. Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. Зан.	Сам. работа
	3 семестр				
1.	Определение реакций опор. Растяжение-сжатие	32	4	8	20
1.1	Определение реакций опор.	14	2	4	8
1.2	Растяжение-сжатие	18	2	4	12
2.	Кручение. Изгиб	36	8	8	20
2.1	Кручение	18	4	4	10
2.2	Изгиб	18	4	4	10
3.	Сложное напряженное состояние	34	6	8	20
3.1	Сложное напряженное состояние	4	2	1	1
3.2	Тонкостенные сосуды	19	2	5	12
3.3	Расчет сжатых стержней на устойчивость	11	2	2	7
4.	Детали машин	42	14	8	20
4.1	Соединение деталей машин	18	6	4	8
4.2	Валы и оси, их опоры и соединения	14	4	2	8
4.3	Механические передачи	10	4	2	4
	Итого в 3 семестре	144	32	32	80
	4 семестр				
5.	Проектирование химического аппарата с механическим перемешивающим устройством	108	-	16	92

5.1	Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством	44	-	6	38
5.2	Чертеж общего вида аппарата	64	-	10	54
	Итого в 4 семестре	108	-	16	92
	Всего часов	252	32	48	136

4.2 Содержание разделов дисциплины

3-й семестр

1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие

1.1. Определение реакций опор

Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Основные понятия. Аксиомы статики. Уравнения равновесия. Связи и их реакции.

1.2. Растяжение-сжатие

Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений. Статически определимые и статически неопределимые задачи. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и их характеристики. Допускаемые напряжения. Условие прочности при растяжении (сжатии).

2. Кручение. Изгиб

2.1. Кручение

Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Напряжения в стержнях круглого сечения. Условие прочности при кручении.

2.2. Изгиб

Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие чистого и поперечного изгибов. Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Определение нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе. Определение касательных напряжений. Рациональные формы сечений.

3. Сложное напряженное состояние

3.1. Сложное напряженное состояние

Основы теории напряженного состояния и гипотезы прочности. Понятие напряженного состояния. Главные площадки и главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Назначение гипотез прочности. Понятие эквивалентных напряжений и критериев прочности.

3.2. Тонкостенные сосуды

Тонкостенные сосуды. Определение напряжений по безмоментной теории. Основные допущения. Вывод уравнения Лапласа. Расчет тонкостенных оболочек по уравнению Лапласа и по стандартизированной методике. Условие прочности.

3.3. Расчет сжатых стержней на устойчивость

Устойчивость элементов конструкций. Понятие критической силы и коэффициента запаса прочности. Расчет критической силы по Эйлеру. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический способ расчета на устойчивость.

4. Детали машин

4.1. Соединение деталей машин

Классификация деталей машин и аппаратов. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных и продольных нагрузках. Шпоночные соединения. Назначение и виды шпонок. Расчет шпонок на срез и смятие. Виды сварки. Область применения. Виды сварных швов. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов.

4.2. Валы и оси, их опоры и соединения

Валы, их классификация и назначение. Оси. Проектировочные расчеты валов и осей. Подшипники скольжения. Материалы вкладышей. Подшипники качения. Принципиальное устройство и основные геометрические размеры. Достоинства, недостатки и области применения подшипников качения и скольжения. Приводные муфты. Назначение. Классификация муфт по принципу действия и характеру работы. Порядок подбора муфт и основы прочностного расчета.

4.3. Механические передачи

Зубчатые передачи. Окружное и радиальное усилия. Редукторы. Определение и классификация. Примеры схем редукторов.

4-й семестр

Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством

5.1. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством.

Выбор конструкционных материалов. Расчет основных геометрических размеров аппарата. Выбор фланцев, привода. Расчет фланцевого соединения. Выбор мешалки. Расчет мешалки на прочность. Расчет шпонки в ступице мешалки. Расчет вала мешалки на виброустойчивость. Расчет вала мешалки на прочность. Выбор и расчет комплектующих элементов. Оформление пояснительной записки.

5.2 Чертеж общего вида аппарата.

Чертеж общего вида аппарата с видами, разрезами, сечениями и выносными элементами, дающими полное представление об его устройстве и принципе работы. Чертежи сборочных единиц и деталей. Оформление спецификации.

5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раз-дел 1	Раз-дел 2	Раз-дел 3	Раз-дел 4	Раз-дел 5
	Знать:					
1.	основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;	+	+	+	+	
2.	основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов	+	+	+	+	+
3.	основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии.				+	+
	Уметь:					
4.	проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;	+	+	+	+	+
5.	рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;				+	
6.	производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин.	+	+	+	+	+
	Владеть:					
7.	навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;	+	+	+	+	
8.	навыками выбора материалов по критериям прочности;	+	+	+	+	+
9.	расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.				+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
10	ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию,	ОПК-7.2 Демонстрирует знание свойств используемых материалов при проведении проектно-конструкторских и				
		+	+	+	+	+

	связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли	расчетных работ в профессиональной деятельности					
		ОПК-7.3 Проводит проектно-конструкторские и расчетные работы, связанные с профессиональной деятельностью	+	+	+	+	+

6. Практические и лабораторные занятия

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
3-й семестр			
1	1.1	Определение реакций опор в консольно закрепленной балке.	2
2	1.1	Определение реакций опор в шарнирно закрепленной балке.	2
3	1.2	Растяжение-сжатие. Решение статически определимых задач. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений.	2
4	1.2	Растяжение-сжатие. Решение статически неопределимых задач. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений.	2
5	2.1	Кручение. Построение эпюр крутящих моментов, максимальных касательных напряжений, углов поворота сечений.	2
6	2.2	Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Прочностной расчет.	4
7	3.2	Тонкостенные сосуды. Построение эпюр окружных и меридиональных напряжений.	4
8	3.3	Расчет сжатых стержней на устойчивость. Расчет критической силы по Эйлеру.	2
9	4.1	Соединение деталей машин. Расчет болтовых соединений. Расчет шпонок на срез и смятие. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов.	2
10	4.2	Проектировочные расчеты валов и осей. Порядок подбора муфт и основы прочностного расчета.	2
11	4.3	Механические передачи. Расчет зубчатых, червячных редукторов.	2
4-й семестр			
12	5.1	Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством. Оформление пояснительной записки.	4

13	5.2	Чертеж общего вида аппарата с видами, разрезами, сечениями и выносными элементами	6
14	5.2	Чертежи сборочных единиц и деталей.	4
15	4.3	Оформление спецификации.	2

7. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- выполнение и подготовку к сдаче расчетно-графических работ;
- подготовку к выполнению контрольных работ;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* по дисциплине;
- подготовку к сдаче *курсового проекта*.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины

8.1. Примерная тематика расчетно-графических работ

Для текущего контроля предусмотрено 3 расчетно-графических работы. Максимальная оценка за РГР - 30 баллов и составляет по 10 баллов за каждую.

1. РГР № 1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие.
2. РГР № 2. Кручение. Изгиб.
3. РГР № 3. Тонкостенные сосуды.

Освоение дисциплины заключается в выполнении расчетно-графических работ по основным темам.

Условия расчетно-графических работ:

Расчетно-графическая работа № 1

Тема «Определение реакций опор» (максимальная оценка 5 баллов).

По данной теме выполняется две задачи: рама закреплена с помощью подвижного и неподвижного шарниров; рама закреплена с помощью заделки.

Для заданной рамы требуется определить реакции в опорах из условий равновесия и проверить найденные реакции. Вид рам и нагрузки, а также исходные данные для расчетов отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально.

Тема «Растяжение-сжатие» (максимальная оценка 5 баллов). По данной теме выполняется две задачи: статически определимый брус; статически неопределимый брус.

Общая расчетная схема представлена ступенчатым брусом, закрепленным с обоих концов и нагруженным двумя продольными силами P_1 и P_2 . При этом задано взаимное соотношение между площадями A_i отдельных участков бруса и между силами P_1 и P_2 .

Статически определимая задача.

В общей расчетной схеме сохраняется левая опора и отбрасывается правая. Задача становится статически определимой.

Для заданного бруса требуется:

- 1) Построить эпюры продольных сил N_z и нормальных напряжений σ_z , как функций искомых параметров (A или P);
- 2) Из условия прочности определить искомый параметр:
 - а) вариант А – площадь A (составляющую поперечных сечений участков бруса);
 - б) вариант В – силу P (составляющую сил P_1 и P_2);
- 3) Для найденного искомого параметра (A или P) вычислить числовые значения продольных сил N_z , нормальных напряжений σ_z ;
- 4) Построить эпюру перемещений поперечных сечений бруса ΔL_z .

Статически неопределимая задача.

Расчетной схемой второй задачи является заданная общая расчетная схема бруса, закрепленного с обоих концов.

Для заданного варианта бруса требуется:

- 1) Раскрыть статическую неопределимость системы;
- 2) Построить эпюры продольных сил N_z и нормальных напряжений σ_z , перемещений поперечных сечений бруса ΔL_z ;
- 3) Определить коэффициент запаса прочности.

Указание. Значения площади A и силы P взять из первой задачи.

Варианты расчетных схем выдаются студентам индивидуально.

Общие данные для расчета:

допускаемое напряжение $[\sigma] = 120$ МПа;

модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа;

предел текучести $[\sigma]_T = 240$ МПа.

Расчетно-графическая работа № 2

Тема «Кручение» (максимальная оценка 4 балла).

Прямолинейный ступенчатый брус круглого поперечного сечения нагружен крутящей нагрузкой. Вид бруса и нагрузки отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально.

Задание. Для заданного варианта требуется:

- 1) построить эпюры крутящих моментов M_z , максимальных касательных напряжений $\tau_{\max}$ и углов закручивания φ как функций искомых параметров (D или M);
- 2) определить искомые параметры (вариант А – диаметр D , вариант Б – момент M), обеспечив выполнение двух условий:

а) условия прочности $\tau_{\max} \leq [\tau]$;

б) условия жесткости $\varphi_{\max} \leq [\varphi]$;

3) для заданных параметров вычислить значения M_z , $\tau_{\max}$, φ в узловых точках эпюр.

Тема «Изгиб» (максимальная оценка 6 баллов)

Задача № 1. Прямолинейная балка постоянного сечения с моментом сопротивления W_x закреплена одним концом в заземляющем опорном устройстве (заделка) и нагружена изгибающей нагрузкой. Вид балки и нагрузка отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально (максимальная оценка 2 балла).

Задание. Для заданного варианта балки требуется:

- 1) построить эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x ;
- 2) определить положение опасного сечения;
- 3) из условия прочности определить несущую способность конструкции (вычислить значения q , P , M).

При расчетах допускаемое напряжение принять равным $[\sigma] = 150$ МПа.

Задача № 2. Прямолинейная балка постоянного сечения закреплена на двух шарнирных опорах и нагружена изгибающей нагрузкой. Вид балки и нагрузка отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально (максимальная оценка 4 балла).

Задание. Для заданного варианта балки требуется:

- 1) определить опорные реакции;
- 2) построить эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x ;
- 3) определить из условия прочности размеры поперечного сечения балки в форме круга, прямоугольника ($h = 2b$);
- 4) выбрать оптимальное из трех названных сечений;
- 5) проверить прочность трех расчетных сечений по касательным напряжениям.

Тема «Определение перемещений и углов поворота сечений в балке» (максимальная оценка 2 балла).

Прямолинейный брус прямоугольного поперечного сечения нагружен изгибающей нагрузкой. Вид бруса и нагрузки отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально.

Задание. Для заданного варианта требуется:

- 1) построить эпюру изгибающих моментов M_x – грузовую эпюру;
- 2) построить вспомогательную систему;
- 3) построить эпюру изгибающих моментов M_1 – единичную эпюру.
- 4) вычислить перемещения и углы поворота сечений в заданных сечениях.

Расчетно-графическая работа № 3

Тема «Тонкостенные сосуды» (максимальная оценка 10 баллов).

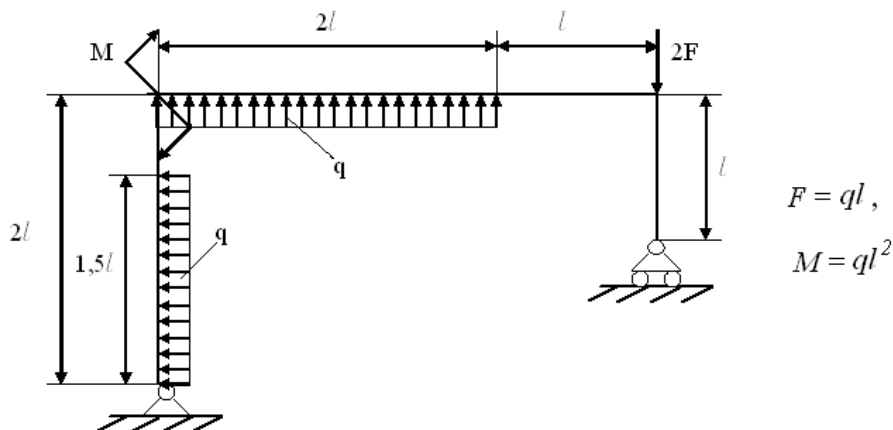
Для заданных расчетных схем и числовых данных построить эпюры окружных (σ_t) и меридиональных (σ_m) напряжений. По III гипотезе прочности определить толщину стенки сосуда s (или давление газа P_f). Вычислить значения напряжений. Задания выдаются студентам индивидуально.

8.2 Примеры контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины

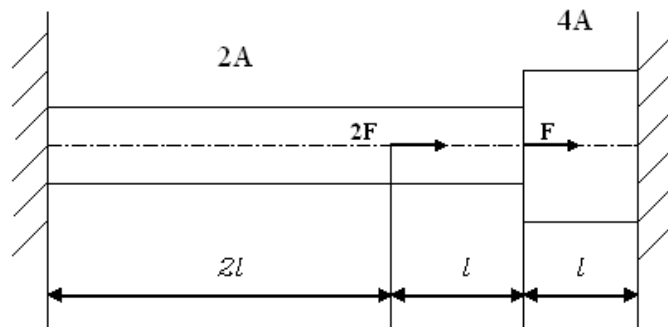
Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 30 баллов и составляет по 10 баллов за каждую.

1. Примеры задач к контрольной работе № 1 «Определение реакций опор. Растяжение-сжатие». Содержит 2 задачи (максимальная оценка – по 5 баллов за каждую задачу).

Задача 1 по теме «Определение реакций опор». Для заданной рамы требуется определить реакции в опорах из условий равновесия и проверить найденные реакции.

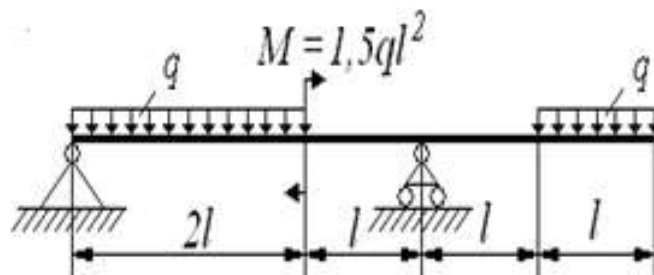


Задача 2 по теме «Растяжение-сжатие». Для бруса, закрепленного с обоих концов, построить эпюры продольных сил N_z и нормальных напряжений σ_z , перемещений поперечных сечений бруса ΔL_z .



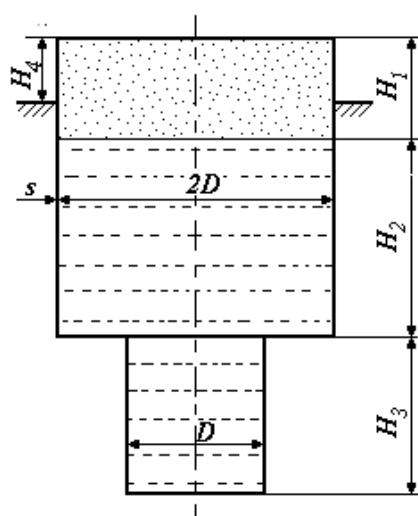
2. Пример задачи к контрольной работе № 2 «Кручение. Изгиб». Содержит 1 задачу (максимальная оценка 10 баллов).

Для заданного варианта балки требуется построить эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x .



3. Пример задачи к контрольной работе № 3 «Тонкостенные сосуды». Содержит 1 задачу (максимальная оценка 10 баллов).

Для заданного тонкостенного сосуда построить эпюры окружных (σ_t) и меридиональных (σ_m) напряжений.



$$\begin{aligned} H_1 &= 2 \text{ м}, \\ H_2 &= 4 \text{ м}, \\ H_3 &= 4 \text{ м}, \\ H_4 &= 1 \text{ м}, \\ s &= 6 \text{ мм}, \\ \rho &= 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3, \\ D &= 2 \text{ м}, \\ P_z &= 0,1 \text{ МПа}, \end{aligned}$$

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой).

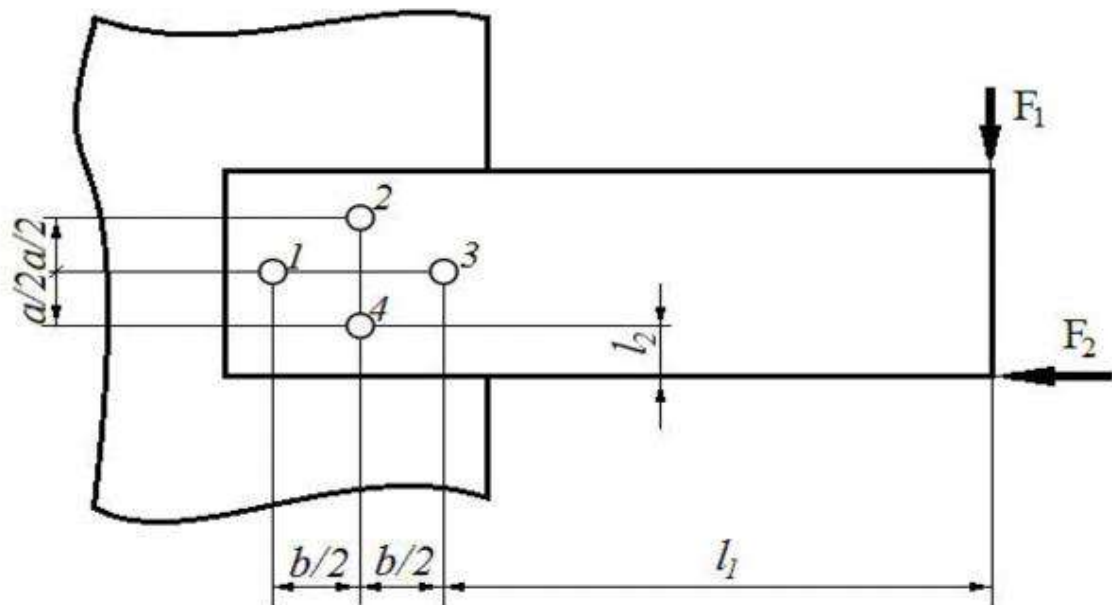
1. Связи и их реакции. Уравнения равновесия. Определение реакций опор.
2. Напряжения, деформации и перемещения. Метод сечений. Построение эпюр продольных сил N_z , нормальных напряжений σ_z , перемещений поперечных сечений бруса ΔL_z . Статически определимые и статически неопределимые задачи.
3. Кручение. Построение эпюр крутящих моментов M_z , максимальных касательных напряжений $\tau_{\max}$ и углов закручивания φ .
4. Изгиб. Построение эпюр поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x .
5. Определение напряжений по безмоментной теории. Расчет тонкостенных оболочек по уравнению Лапласа и по стандартизированной методике.
6. Устойчивость. Расчет критической силы по Эйлеру.
7. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных нагрузках.
8. Шпоночные соединения. Расчет шпонок на срез и смятие.
9. Сварка. Расчет на прочность нахлесточных швов.
10. Редукторы. Расчет передаточного отношения i и коэффициента полезного действия η .

8.4 Структура и примеры билетов зачета с оценкой (3 семестр)

Зачетный билет включает контрольные вопросы по разделам 1 ÷ 4 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Пример билета

<i>«Утверждаю»</i> <u>Заведующий кафедрой ИПТО</u> (Должность, наименование кафедры) _____ <u>В.М.Аристов</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	<i>Министерство науки и высшего образования РФ</i>
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инженерного проектирования технологического оборудования
	Прикладная механика
Билет № 1 1. Две пластины соединены четырьмя болтами, поставленными без зазора. Определить: максимальную силу, действующую на опасный болт; диаметр болтов d, поставленных без зазора.	



$a = 61 \text{ мм}$, $b = 83 \text{ мм}$, $l_1 = 160 \text{ мм}$, $l_2 = 22 \text{ мм}$, $F_1 = 13000 \text{ Н}$, $F_2 = 7000 \text{ Н}$,
 $[\tau] = 60 \text{ МПа}$

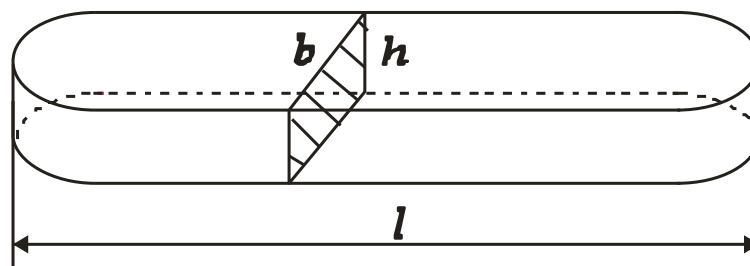
2.

Сплошной стальной вал передает крутящий момент $M = 650 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Диаметр вала $d = 65 \text{ мм}$, $[\sigma]_{\text{см}} = 100 \text{ МПа}$, $[\tau]_{\text{ср}} = 80 \text{ МПа}$.

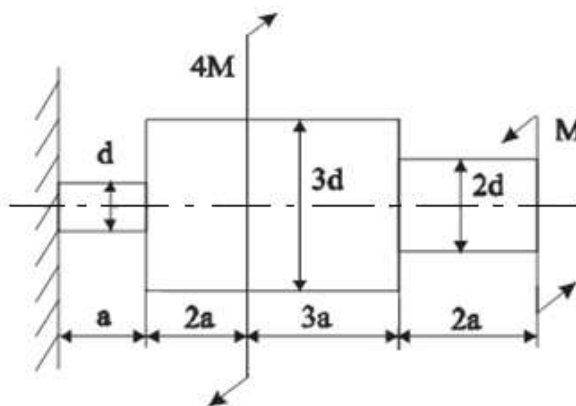
Выполнить проверочный расчет шпонки с размерами

$b \times h \times t = 18 \times 11 \times 7 \text{ мм}$, $l = 80 \text{ мм}$.



3.

Прямолинейный брус, состоящий из 3 участков круглого поперечного сечения различных диаметров, нагружен внешними крутящими моментами. Построить эпюры крутящих моментов, максимальных касательных напряжений и углов поворота поперечных сечений в общем виде.



8.5. Этапы выполнения курсового проекта (4 семестр)

В течение семестровых занятий предусмотрены три контрольные точки, во время которых оценивается выполнение студентами изученного к тому времени объема расчетных и чертежных работ по проекту. Полное выполнение соответствующего объема работ по каждой контрольной точке оценивается в 20 баллов.

Таким образом, к моменту проведения зачета максимальное количество баллов, набранное студентом, может составлять 60 баллов.

8.6. Теоретические вопросы для сдачи курсового проекта

1. Для чего предназначается вертикальный аппарат с механическим перемешивающим устройством (ВА).
2. Как рассчитываются габаритные размеры ВА.
3. Как определяется высота цилиндрической части корпуса ВА.
4. Как определяются размеры рубашки ВА.
5. Как выбирается конструкционный материал корпуса, вала и лопастей мешалки ВА.
6. Как выбирается конструкционный материал рубашки ВА.
7. Как определяется допускаемое напряжение для расчета на прочность элементов ВА.
8. Как учитывается коррозия оболочек ВА.
9. Как определяются расчетные давления.
10. Как определяются пробные давления.
11. В чём различие теоретической и исполнительной толщин элементов тонкостенного аппарата.
12. Как определяются толщины оболочек корпуса ВА.
13. Как определяются толщины оболочек рубашки ВА.
14. Обозначение сварных швов корпуса аппарата.
15. Проверка на прочность сварных швов корпуса аппарата.
16. В чём назначение фланцевых соединений.
17. Из каких основных деталей состоит фланцевое соединение.
18. Какие элементы фланцевого соединения деформируются.
19. Из чего состоит привод химического аппарата.
20. По каким параметрам выбирается типоразмер мотора-редуктора.

21. Чем отличается мощность на валу мешалки от мощности привода. Как связаны между собой эти мощности.
22. Как определяется диаметр вала мешалки.
23. В чем заключается цель расчета вала на виброустойчивость.
24. Что называется критической скоростью вращения.
25. Каково условие виброустойчивости для жестких валов.
26. Каково условие виброустойчивости для гибких валов.
27. Что в расчетах понимается под длиной вала мешалки.
28. Как рассчитывается вал мешалки на прочность.
29. Где находится опасное сечение вала.
30. Конструкция и назначение лопастной мешалки.
31. Конструкция и назначение рамной мешалки.
32. Конструкция и назначение турбинной мешалки.
33. Конструкция и назначение трехлопастной мешалки.
34. Расчет лопастной мешалки на прочность.
35. Расчет рамной мешалки на прочность.
36. Расчет турбинной мешалки на прочность.
37. Расчет трехлопастной мешалки на прочность.
38. Как сконструирована муфта МУВП. Для чего она предназначена и как работает.
39. Как сконструирована фланцевая муфта. Для чего она предназначена и как работает.
40. В чем заключается проверочный расчет муфты МУВП. Какие виды нагружения испытывают детали муфты.
41. В чем заключается проверочный расчет фланцевой муфты. Какие виды нагружения испытывают детали муфты.
42. Типы уплотнительных устройств.
43. В зависимости от каких параметров выбирают тип уплотнения.
44. На какие виды нагружения проводят прочностные расчеты шпонок в ступицах мешалки и муфте.
45. Как подбираются опоры для ВА.
46. Проверка площади опоры подкладного листа.
47. Прочность угловых сварных швов опоры лапы.
48. Строповые устройства. Назначение.
49. Подбор стропальных устройств.
50. Выбор и назначение штуцеров и люков.
51. Назначение таблицы штуцеров

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Поляков А.А. Механика химических производств. Учебное пособие для вузов. М.: Альянс, 2017, 392 с.
2. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством, М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2005, 88 с.
3. Методические указания по оформлению конструкторской документации курсового проекта по прикладной механике, М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016, 32 с.

Б. Дополнительная литература

1. Степин П.А. Сопrotивление материалов. С-Пб.: Лань, 2021. 320 с.
2. Гулиа Н.В., Клоков В.Г., Юрков С.А. Детали машин. С-Пб.: Лань, 2021. 416 с.
3. Аристов В.М., Аристова Е.П. Инженерная графика, М.: Альянс, 2006. -256 с.
4. Д.В. Зиновьев. Основы проектирования в КОМПАС-3Dv17 – ДМК –Пресс,2019 -232 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к практическим занятиям по курсовому проектированию.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по оформлению конструкторской документации курсового проекта по прикладной механике.
- Научно-технические журналы:
 - Журнал «Технология машиностроения», ISSN 1562-3221;
 - Журнал «Вестник машиностроения», ISSN 0042-4633.
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
 - Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 256);

10. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

Структура и состав библиотечного фонда соответствует требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобразования и науки от 27.04.2000 г. № 1246. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения бакалаврами образовательной программы по направлению подготовки **22.03.01.**

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экз. на каждые 100 обучающихся, а для дисциплин вариативной части образовательной программы - 1 экз. на одного обучающегося.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям,

а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточные материалы к разделам курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса, персональные задания расчетно-графических работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по расчетам и конструированию элементов технологического оборудования.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная

12. Требования к оценке качества освоения программы

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Определение реакций опор. Растяжение-сжатие	Знает: –основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин; –основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов; Умеет: –проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов. Владеет:	Оценка за РГР №1. Оценка на зачете.

	–навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами; –навыками выбора материалов по критериям прочности.	
Кручение. Изгиб	Знает: –основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин; –основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов; Умеет: –проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов. Владеет: –навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами; –навыками выбора материалов по критериям прочности.	Оценка за РГР №2. Оценка на зачете.
Сложное напряженное состояние	Знает: –основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин; –основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов; Умеет: –проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов. Владеет: –навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами; –навыками выбора материалов по критериям прочности.	Оценка за РГР №3. Оценка на зачете.
Детали машин	Знает: –основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин; –основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов; –основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии. Умеет: –проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;	Оценка на зачете.

	–рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным; –производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин. Владеет: –навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами; –навыками выбора материалов по критериям прочности; –расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.	
Проектирование химического аппарата с механическим перемешивающим устройством.	Знает: –основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин; –основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов; –основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии. Умеет: –проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов; –рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным; –производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин. Владеет: –навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами; –навыками выбора материалов по критериям прочности; –расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.	Оценка за курсовой проект.

13. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Прикладная механика»
основной образовательной программы
 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
 профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проблемы устойчивого развития»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена ведущими преподавателями кафедры ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития» РХТУ имени Д.И. Менделеева

профессором, д.х.н. Тарасовой Н.П.,
доцентом, к.х.н. Додоновой А.А.,
ст. преподавателем Соболевым П.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития» «04» июня 2025 г., протокол №11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Проблемы устойчивого развития»** относится к обязательной части Блока 1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области

Цель дисциплины – сформировать у студентов целостную картину мира на основе концепции устойчивого развития, познакомить студентов с целями устойчивого развития, понятиями устойчивости и неустойчивости динамических систем в окружающем мире; ресурсах и развитии, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды

Задачи дисциплины

- изучение структуры экосистем и биосферы Земли, основных понятий и законов экологии, взаимоотношений биотических и абиотических компонентов в экосистемах, влияния факторов среды на живые организмы и здоровье человека, методах оценки состояния окружающей среды и возможного воздействия на неё, основ рационального природопользования;

- ознакомление студентов с принципами устойчивости экосистем, с основными физико-химическими процессами, протекающими в геосферах Земли, глобальными проблемами окружающей среды;

- изучение концепции устойчивого развития, классификации природных ресурсов, антропогенного воздействия на окружающую среду, возможных климатических последствий антропогенного воздействия, управления качеством окружающей среды, элементами природоохранной техники и технологии, основами экологического права и профессиональной этики;

- изучение принципов зеленой химии;

- изучение концепции зеленой экономики.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: УК-8.1; УК-8.2; УК-8.5; УК-8.6; УК-8.9; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики УК-8.2 Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности УК-8.5 Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций УК-8.6 Владеет законодательными и нормативно-правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды УК-8.9 Владеет навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ОПК-2 Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1 Знает основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов ОПК-2.2 Умеет проектировать технические объекты, системы и технологические процессы ОПК-2.3 Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
	ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1 Знает основы экономической эффективности и безопасности технические решения при планировании экспериментов и разработке технологии ОПК-6.2 Умеет определять перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное и эффективное ОПК-6.3 Владеет навыками принятия обоснованных технических решений в профессиональной деятельности, выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные определения и принципы концепции устойчивого развития;
- основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека;
- основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды;
- современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки;

Уметь:

- делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем;
- находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды;

Владеть:

- навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии;
- умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития;
- приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0.9	32	24
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.1	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
Вид контроля:	зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основные понятия курса. Общество и окружающая среда	7	-	2	-	-	-	-	-	5
2.	Раздел 2. Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость	9	-	2	-	2	-	-	-	5
3.	Раздел 3. Демографические проблемы современного мира.	9	-	2	-	2	-	-	-	5
4.	Раздел 4. Развитие и ресурсы	9	-	2	-	2	-	-	-	5
5.	Раздел 5. Антропогенное воздействие на биосферу	11	-	2	-	4	-	-	-	5
6.	Раздел 6. Климатические последствия изменения состава атмосферы	9	-	2	-	2	-	-	-	5
7.	Раздел 7. Зеленая революция	9	-	2	-	2	-	-	-	5
8.	Раздел 8. Мировоззрение, этика и устойчивое развитие.	9	-	2	-	2	-	-	-	5
	ИТОГО	72	-	16	-	16	-	-	-	40

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия курса. Общество и окружающая среда

Цели, задачи и предмет курса. Место курса в системе химического образования. Экологическое образование и образование для устойчивого развития.

Рост и развитие. Устойчивость и неустойчивость динамических систем. Биосфера как динамическая система. Человек: биологический вид и цивилизация. Системы поддержания жизни и системы поддержания цивилизации. Население, производство, состояние окружающей среды. Понятие устойчивого развития. Римский клуб и глобальная проблематика. Необходимость в устойчивом развитии. Содержание и эволюция представлений общества об устойчивом развитии.

Раздел 2. Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость

Основные сведения о планете Земля. Строение и состав атмосферы. Мировой океан. Литосфера. Биотическая и абиотическая составляющие биосферы: основные характеристики. Потоки энергии в системе Солнце-Земля.

Основные понятия экологии. Системы поддержания жизни на Земле: общий обзор. Понятие экосистемы. Структура и составляющие экосистем. Виды, популяции, сообщества. Взаимодействие видов в экосистемах. Основные типы экосистем.

Потоки энергии и вещества в экосистемах. Трофические цепи. Метаболизм и элементный состав живой и неживой материи. Основные биогеохимические циклы (круговороты веществ). Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

Изменения в популяциях, сообществах, экосистемах. Реакция живых систем на изменения окружающей Среды. Воздействие человека на экосистемы. Законы и принципы экологии. Биоразнообразие и устойчивость экосистем. Видовое разнообразие - необходимое условие устойчивости биосферы.

Раздел 3. Демографические проблемы современного мира.

Особенности человека как биологического вида. Динамика человеческой популяции, рождаемость, смертность, возрастная структура. Проблемы современного этапа роста численности населения. Географическое распределение населения. Сельское и городское население. Урбанизация. Среда обитания человека и окружающая среда. Формирование техногенной среды.

Регулирование народонаселения. Стабилизация численности населения или депопуляция: оценка предельной численности населения Земли. Религиозные, нравственные и социальные проблемы ограничения рождаемости и планирования семьи. Региональные особенности. Мышление, язык, роль обучения. Негенетический канал видовой памяти. Положительные и отрицательные последствия наличия негенетической памяти. Гендерные проблемы.

Раздел 4. Развитие и ресурсы

Определение ресурса. Классификация ресурсов. Невозобновимые, возобновимые, неисчерпаемые ресурсы. Материальные, энергетические и информационные ресурсы. Генетические ресурсы биосферы. Состояние и мировые запасы основных видов природных ресурсов. Географическое распределение запасов природных ресурсов.

Развитие цивилизации и расходование природных ресурсов. Принципы устойчивого развития в отношении природных ресурсов. Роль возобновимых и неисчерпаемых ресурсов в устойчивом обществе.

Раздел 5. Антропогенное воздействие на биосферу

Антропогенные возмущения биогеохимических циклов и деградация систем поддержания жизни. Глобальные, региональные и локальные проблемы окружающей среды.

Загрязнение атмосферы (кислотные дожди, фотохимический смог и т.д.). Загрязнение внутренних вод и Мирового океана. Загрязнение литосферы; деградация земель, опустынивание.

Раздел 6. Климатические последствия изменения состава атмосферы

Глобальный энергетический баланс; парниковый эффект как природный фактор поддержания условий существования живой материи. Парниковые газы. Источники и стоки диоксида углерода и других парниковых газов. Изменение концентрации диоксида углерода и других парниковых газов в атмосфере; механизм глобального потепления.

Последствия глобального потепления: повышение уровня мирового океана, затопление прибрежных зон; таяние ледников и вечной мерзлоты; деформация климатических и сельскохозяйственных зон и географической структуры производства продовольствия; изменения растительного покрова, опустынивание.

Раздел 7. Зеленая революция

Зеленая химия. Зеленая энергетика. Зеленая экономика. Понятие низкоуглеродной (циклической) экономики. Сценарии низкоуглеродного развития для России. Наилучшие доступные технологии. Основные принципы зелёного производства. Государственное регулирование природопользования на основе НДТ. Экологический след человечества. Зеленый офис. Карбоновые полигоны. Зеленая химия.

Раздел 8. Мировоззрение, этика и устойчивое развитие.

Переход от общества потребления к устойчивому обществу. Изменение структуры потребностей общества и критериев качества жизни и уровня развития. Роль культурных и религиозных традиций в проблеме устойчивого развития.

Информация, знание, наука, технологии. Увеличение роли информационных ресурсов в общем балансе ресурсопотребления. Информационное (постиндустриальное) общество. Роль образования в устойчивом обществе.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
	Знать:								
	– основные определения и принципы концепции устойчивого развития;	+	+	+					
	– основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека;		+	+					
	– основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды;				+	+	+	+	+
	– современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки;							+	+
	Уметь:								
	– делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем;	+	+	+	+	+	+	+	+
	– находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды;	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:								
	– навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии;	+	+	+	+	+	+	+	+
	– умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития;	+	+	+	+	+	+	+	+
	– приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.			+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)</i>									

	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК								
7	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики УК-8.2 Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности УК-8.5 Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций УК-8.6 Владеет законодательными и нормативно-правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды УК-8.9 Владеет навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды	+	+	+	+	+	+	+	+

	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК								
	ОПК-2 Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1 Знает основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов ОПК-2.2 Умеет проектировать технические объекты, системы и технологические процессы ОПК-2.3 Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	+	+	+	+	+	+	+	+
	ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1 Знает основы экономической эффективности и безопасности технические решения при планировании экспериментов и разработке технологии ОПК-6.2 Умеет определять перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное и эффективное ОПК-6.3 Владеет навыками принятия обоснованных технических решений в профессиональной деятельности, выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий								

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Человек: биологический вид и цивилизация. Системы поддержания жизни и системы поддержания цивилизации. Население, производство, состояние окружающей среды. Понятие устойчивого развития. Римский клуб и глобальная проблематика.	2
2	2	Изучение основных законов экологии. Рассмотрение трофических сетей. Знакомство с водными и наземными экосистемами. Пирамиды энергетических потоков. Взаимоотношение видов в экосистемах.	2
3	3	Расчет основных демографических показателей (рождаемость, смертность, фертильность, процент прироста). Работа по анализу половозрастных структур (на примере Российской Федерации). Основные факторы, влияющие на рождаемость и смертность.	2
4	4	Классификация природных ресурсов. Понятие возобновимости ресурсов. Невозобновимые энергетические ресурсы и проблемы их использования. Атомная энергетика. Альтернативные источники энергии.	2
5	5	Изучение физико-химических основ глобальных экологических проблем, связанных с загрязнением атмосферы (глобальное изменение климата, проблемы озонового слоя, кислотные дожди, смог). Анализ процессов трансформации примесей в атмосфере, источников их выделения и стока. Способы выражения концентраций примесей в атмосфере. Расчетные задачи.	2
6	6	Ознакомление с основными видами водных ресурсов. Рассмотрение проблемы качества и количества доступной пресной воды. круговорот воды в природе. Основные физико-химические показатели качества воды природных водоемов. Процессы закисления природных водоемов. Окислительно-восстановительное состояние природных водоемов. Эвтрофикация.	2
7	7	Введение понятий малоотходных и безотходных производств. Государственная система мониторинга и оценки состояния окружающей среды. Изучение основных принципов зеленой химии.	2
8	8	Анализ современного общества в контексте устойчивого развития. Изучение основных документов ООН по устойчивому развитию и охране окружающей среды. Формирование у химиков экологической этики. Понятие социальной ответственности химиков.	2

6.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены в рамках данной дисциплины.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

Форма самостоятельной работы студентов	Объем академ. ч
Написание реферата по заданной теме	13,8
Подготовку к контрольным работам по материалу лекционной части дисциплины	12
Анализ и усвоение материала, пройденного на лекциях и практических занятиях	8
Работа с учебной и научной литературой, включая работу с электронно-библиотечными системами, научными журналами из баз РИНЦ, Scopus и Web of Science.	4
Посещение тематических выставок и научных мероприятий	2
ИТОГО	39,8

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 70 баллов) и написания реферата (30 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Максимальная оценка за реферат составляет 30 баллов

1. Повсеместная ликвидация нищеты во всех ее формах
2. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства
3. Сектор производства продуктов питания и сельское хозяйство
4. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте
5. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех
6. Причины, препятствующие обеспечению образования
7. Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин и девочек

8. Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех
9. Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех
10. Развитие атомной энергетики в соответствии с целями устойчивого развития и уменьшения углеродного следа
11. Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 70 баллов (15+20+15+20 баллов).

Раздел 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1 (15 баллов).

Контрольная работа содержит 15 тестовых вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Контрольная может быть написана с использованием ДОТ.

Пример варианта контрольной работы:

1. Гомеостаз характеризует
а) способность к саморегуляции, б) неизменность характеристик живого организма, в) неизменность условий окружающей среды
2. Что называется «сообществом» или биоценозом
а) совокупность видов растений, животных, грибов, микроорганизмов, взаимодействующих между собой и со средой обитания, б) совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых видов в пределах некоторого естественно ограниченного объема жизненного пространства; в) это способность природной системы сохранять свою структуру и функции при воздействии внешних факторов
3. Что является для рыб лимитирующим фактором
а) количество растворенного кислорода, б) свет, в) плотность среды.
4. Организмы, питающиеся готовыми органическими веществами, называются
а) продуценты, б) гетеротрофы, в) редуценты, г) деструкторы
5. Дайте определение экосистемы.
а) совокупность видов растений, животных, грибов, микроорганизмов, взаимодействующих между собой и со средой обитания, б) совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых видов в пределах некоторого естественно ограниченного объема жизненного пространства; в) это способность природной системы сохранять свою структуру и функции при воздействии внешних факторов.
6. Как переводится дословно с греческого термин – экология
а) наука об окружающей среде, б) наука о доме, в) наука о живых организмах
7. Оказывают ли живые организмы влияние на окружающий мир
а) они существуют независимо, б) нет, в) да.
8. Что не относится к абиотическим факторам
а) солнечный свет, б) влажность, в) численность популяции, г) рельеф местности.
9. Взаимоотношение организмов взаимопользное друг для друга, называется
а) комменсализм, б) паразитизм, в) хищничество, г) мутуализм.
10. Какие организмы относят к автотрофам
а) бактерии, б) животные, в) зеленые растения, г) зоопланктон.
11. Устойчивость живого организма в окружающей среде это –
а) Способность изменять свои характеристики, в соответствии с изменениями в окружающей среде,

- б) Способность сохранять свои характеристики, не зависимо от изменяющихся условий
12. Как называется тип взаимоотношения популяций, при котором представитель одного вида поедает другой
симбиоз, б) паразитизм, с) хищничество.
13. Совокупность микроорганизмов, осуществляющих окончательное разложение, минерализацию органических веществ
продуценты, б) гетеротрофы, с) редуценты, d) деструкторы
14. Организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических с использованием внешних источников энергии — химической (хемосинтезики) или световой (фотосинтезики), называются
продуценты, б) гетеротрофы, с) редуценты, d) деструкторы.
15. Термин «Экология» впервые предложил в 1869 году
Вернадский, б) Ломоносов, с) Геккель, d) Опарин

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2 (20 баллов).

Контрольная работа содержит 20 тестовых вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Контрольная может быть написана с использованием ДОТ.

- Прогнозируемая численность населения мира к 2050 году составит
а) 1.3 млрд. б) 15 млрд. в) 11 млрд. г) 500 млн.
- Численность населения России в настоящий момент
а) растет б) падает в) стабильна.
- Факторы, ускоряющие рост численности населения
а) хорошее пенсионное обеспечение,
б) высокая образованность женщин,
в) низкий уровень экономического развития,
г) повышение среднего возраста вступления в брак.
- Факторы, замедляющие рост численности населения
а) высокая занятость женщин в общественном производстве,
б) хорошо развитая система образования,
в) интенсивное использование детского труда,
г) снижение среднего возраста вступления в брак.
- Самая высокая продолжительность жизни в настоящее время наблюдается в
а) США б) Японии в) Индии г) Южной Африке д) России
- В последние годы продолжительность жизни россиянина составила около
а) 75.4 года б) 83 года в) 65.3 года г) 56 лет
- Под урбанизацией следует понимать
а) рост числа городов, б) рост промышленности,
в) увеличение численности населения городов, г) рост числа крупных городов
- В Нигерии 115 млн. человек. Рост народонаселения составляет 2.9% в год. Когда население страны удвоится, если скорость роста населения останется неизменной?
а) через 25 лет б) через 50 лет в) через 75 лет
- В России в настоящее время % здоровых детей (при рождении) составляет
а) 60 б) 100 в) 40 г) 50
- Первое место среди причин смерти в мире занимает
а) преступность, б) сердечно-сосудистые заболевания,
в) СПИД, г) раковые опухоли, д) самоубийства

Раздел 5, 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 3 (15 баллов).

Контрольная работа содержит 30 тестовых вопросов, по 0,5 балла за вопрос.

Контрольная может быть написана с использованием ДОТ.

1. Какой газ больше всего влияет на потепление климата?
 а) NO_2 б) CO_2 в) H_2O г) $\text{CCl}_x\text{F}_{4-x}$ д) CH_4
2. Климатическое сообщество это
 а) заключительная стадия экологической сукцессии,
 б) взаимодействие двух и более организмов,
 в) совокупность живых организмов в среде обитания.
3. Концентрация какого газа сильнее всего варьируется в атмосфере?
 а) азота
 б) аргона
 в) углекислого газа
 г) водяного пара
4. В результате антропогенной деятельности состав атмосферы за последнее столетие
 а) претерпел значительные изменения, б) не изменился
 в) изменился на уровне микрокомпонентов, г) изменился в отдельных регионах
5. Озон в тропосфере
 а) присутствует всегда
 б) образуется в результате фотохимических превращений компонентов антропогенных выбросов
 в) способствует росту растений
6. Причиной возникновения парникового эффекта является
 а) сведение лесов,
 б) вращение Земли вокруг Солнца,
 в) увеличение в атмосфере концентрации соединений, поглощающих в инфракрасной области,
 г) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов _____
7. Какой газ в стратосфере задерживает 99% пагубного УФ излучения Солнца от попадания на поверхность Земли?
 а) N_2 б) O_2 в) O_3 г) $\text{CCl}_x\text{F}_{4-x}$ д) CO_2 е) H_2O
8. Как называется приземный слой атмосферы?
 а) стратосфера б) тропосфера в) мезосфера г) литосфера
9. Эрозия почвы – это
 а) разрушение поверхностного слоя земли под действием Солнца,
 б) разрушение поверхностного слоя почвы/земли под действием ветра и воды,
 в) состояние почвы при низкой влажности и высокой температуре,
 г) процесс вымывания из почвы биогенных элементов.
10. Фотохимический смог образуется из
 а) химических соединений, выделяемых деревьями, при их взаимодействии с озоном,
 б) оксидов азота и углеводородов автомобильных и промышленных выбросов при воздействии солнечного света,
 в) CO_2 и метана под действием ИК - излучения
11. Эвтрофикация водоемов приводит к
 а) уменьшению количества растворенного кислорода в результате связывания его с молекулами загрязняющих веществ,
 б) прямому угнетению и гибели популяций животных и растений в результате их отравления токсичными загрязняющими веществами,
 в) росту биомассы сине-зеленых водорослей, приведет впоследствии к уменьшению концентрации кислорода.
 г) улучшению гомеостаза экосистемы
12. Газ, являющийся причиной образования кислотных осадков

- а) CO₂ б) NO_x в) SO₂ г) N₂ д) O₃
е) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов _____
13. Сегодня ученые полагают, что разрушение озонового слоя вызвано
а) увеличением интенсивности УФ-излучения, б) фреонами и галлонами,
в) резким увеличением концентрации CO₂ в атмосфере, г) “воронкой” над Южным полюсом.
14. Массовая вырубка лесов приводит к
а) опустыниванию земель, б) изменению альбедо Земли, в) нарушению кислородного цикла,
г) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов _____
15. Скорость проявления и величина глобального изменения климата
а) не поддаются регулированию мировым сообществом
б) могут быть ограничены при быстрых действиях всего мирового сообщества
в) могут быть достоверно предсказаны при помощи компьютерной модели
г) уже вышли из-под контроля

Раздел 7, 8 Примеры вопросов к контрольной работе № 4 (20 баллов).

Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Контрольная может быть написана с использованием ДОТ.

Вопрос 1.

1. Цели и задачи государственного регулирования и управления природопользованием
2. Глобальный экологический фонд. Участники глобального экологического фонда: Программа ООН по окружающей среде, Программа ООН по развитию, Мировой банк.
3. Органы управления природопользованием в субъектах Российской Федерации. Их
4. особенности, функции, полномочия, взаимодействие с федеральными органами управления.
5. Органы государственного экологического контроля за соблюдением природных требований при использовании отдельных видов природных ресурсов.

Вопрос 2.

1. Зеленая химия. Дать краткое описание концепции.
2. Зеленая энергетика. Основные постулаты.
3. Дать описание понятия низкоуглеродной (циклической) экономики.
4. Наилучшие доступные технологии.
5. Основные принципы зелёного производства.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. В.А. Кузнецов, Н.П. Тарасова. Физико-химические процессы в абиотических компонентах окружающей среды и проблемы сохранения устойчивого состояния биосферы. Гидросфера: учебное пособие: -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 64 с
2. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб. пособие/ Н. П. Тарасова, А.А. Занин, А.А. Додонова, В. А. Кузнецов, Е.А. Черкасова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. -76 с.

Дополнительная литература

1. Н.Н.Марфенин Проблемы устойчивого развития человечества: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2006. - 624 с.
2. Н.П. Тарасова, В.А. Кузнецов, Ю.В. Сметанников, А.В. Малков, А.А. Додонова. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. Москва, Мир, 2002,
3. Изменения климата. Учебное пособие/ Н.П.Тарасова, С.В. Обыденкова, Ю.В.Сметанников, В.А.Кузнецов, Е.Е.Пуртова. М., РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2004. – 90 с.
4. Третьякова Н. А. Основы экологии: учеб. пособие для вузов / Н. А. Третьякова; под науч. ред. М. Г. Шишова. — М: Издательство Юрайт, 2017.
5. Липина, А. В. Зеленая экономика: методические указания / А. В. Липина. — Москва: МИСИС, 2020. — 29 с. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156006> (дата обращения: 30.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Научный журнал «ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ», ISSN 2409-9007
- Общественно-научный журнал «ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ», ISSN 1728-323X
- Общественно-научный журнал «Теоретическая и прикладная экология», ISSN 2618-8406
- Всероссийский научно-практический журнал ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ISSN 2072-8158

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет

Информационный портал ООН (Организации объединенных наций)
<https://www.un.org/ru/events/environmentday/background.shtml>

Министерство природных ресурсов и экологии РФ <http://www.mnr.gov.ru>

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Росприроднадзор)
<http://rpn.gov.ru>

ООПТ России. Информационно - справочная система особо охраняемых природных территорий России <http://oopt.info>

Журнал «Экология производства» создан для оказания читателю информационной и методической поддержки в сфере промышленной экологии. www.ecoindustry.ru

Твердые бытовые отходы. Управление, технологии, утилизация, переработка ТБО, покупка, продажа вторсырья. www.solidwaste.ru/

Журнал Экология производства

Журнал "Экология и жизнь" www.ecolife.ru

Байкал-Lake. Портал Национальной библиотеки Республики Бурятия посвящен озеру Байкал и Байкальской природной территории, экологии, туризму, устойчивому развитию и т.д. www.baikal-center.ru

ЮНЕПКОМ Российский Национальный комитет содействия Программе ООН по окружающей среде <http://www.unepcom.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15, (общее число слайдов – 466);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Проблемы устойчивого развития»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Перечень оборудования, необходимого в образовательном процессе, включает: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения практических занятий (оборудованные учебной мебелью).

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебно-наглядные пособия могут быть представлены как в виде дополнительного раздаточного материала, так и в виде распечаток методических материалов дисциплины.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к лекционной части дисциплины;

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к лекционной части дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения для использования сотрудников университета

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
6.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
8.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
9.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1, 2	<i>Знает:</i> – основные определения и принципы концепции устойчивого развития; – основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека; – основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды; – современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки; <i>Умеет:</i> – делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем; – находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды; <i>Владеет</i> – навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии; – умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития; – приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.	Оценка за контрольную работу №1
Раздел 3, 4 Наименование раздела	<i>Знает</i> – основные определения и принципы концепции устойчивого развития; – основные характеристики биотических, абиотических и	Оценка за контрольную работу №2

	антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека; – основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды; – современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки; <i>Умеет</i> – делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем; – находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды; <i>Владеет:</i> – навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии; – умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития; – приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.	
Раздел 5,6. Наименование раздела	<i>Знает</i> – основные определения и принципы концепции устойчивого развития; – основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека; – основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды; – современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки;	Оценка за контрольную работу №3

	<i>Умеет</i> – делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем; – находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды; <i>Владеет</i> – навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии; – умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития; – приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.	
Раздел 7,8.	<i>Знает</i> – основные определения и принципы концепции устойчивого развития; – основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека; – основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды; – современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки; <i>Умеет</i> – делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем; – находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды; <i>Владеет</i>	Оценка за контрольную работу №4 Оценка за реферат

	– навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии; – умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития; – приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Проблемы устойчивого развития»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
2.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
3.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
4.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
5.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессы и аппараты химической технологии»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки «Материаловедение и технологии наноматериалов
и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

д.т.н., зав. кафедрой ПАХТ, профессором Равичевым Л.В.

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТ Ильиной С.И.

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТ Кузнецовой И.К.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии
«27» мая 2025 г., протокол №11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки бакалавров 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики и физической химии.

Цель дисциплины – вместе с дисциплинами общей химической технологии, химическими процессами и реакторами и другими, связать общенаучную и инженерную подготовку химиков-технологов на основе изучения основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

Задачи дисциплины:

- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии;
- освоение теоретических знаний в области протекания гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- изучение конструкций аппаратов для проведения гидромеханических, а также тепло- и массообменных процессов;
- изучение алгоритмов решения практических задач, связанных с расчетом процессов и аппаратов для транспортировки жидкостей, разделения гетерогенных систем, тепло- и массообмена.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» преподается в 5 и 6 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки – **«Материаловедение и технологии материалов»** направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности.
	УК-1.2. Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие.
	УК-1.3. Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.
Профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:	
Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК

ПК-3. Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	ПК-3.1. Знает традиционные и новые технологические процессы получения и модификации материалов с целью повышения их конкурентоспособности. ПК-3.2. Умеет использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах получения и обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов. ПК-3.3. Владеет методами получения и анализа информации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

- методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;

- основные принципы организации процессов химической технологии.

Уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;

- рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.

Владеть:

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;

- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	360	5	180	5	180
Контактная работа (КР)	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Лекции	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,8	32
Самостоятельная работа	4,4	160	2,2	80	2,2	80
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,4	160	2,2	80	2,2	80
Виды контроля:						
Экзамен	2,0	72	1,0	36	1,0	36
Контактная работа - промежуточная аттестация	2,0	0,8	0,01	0,4	0,01	0,4
Подготовка к экзамену		71,2	0,99	35,6	0,99	35,6
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	270	5	135	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	96	1,8	48	1,8	48
Лекции	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,8	24
Самостоятельная работа	4,4	120	2,2	60	2,2	60
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,4	120	2,2	60	2,2	60
Виды контроля:						
Экзамен	2,0	54	1,0	27	1,0	27
Контактная работа - промежуточная аттестация	2,0	0,6	0,01	0,3	0,01	0,3
Подготовка к экзамену		53,4	0,99	26,7	0,99	26,7
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии	72	16	16	40
1.1	Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.	9	2	2	5
1.2	Основы теории переноса.	11	4	2	5
1.3	Гидростатика.	9	2	2	5
1.4	Гидродинамика.	13	4	4	5
1.5	Перемещение жидкостей.	30	4	6	20
2	Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии	72	16	16	40
2.1	Основные понятия и определения в теплопередаче.	9	2	2	5
2.2	Перенос энергии в форме теплоты.	31	10	6	15
2.3	Теплопередача в поверхностных теплообменниках.	32	4	8	20
3	Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).	108	24	24	60
3.1	Основные понятия и определения в массопередаче.	9	2	2	5
3.2	Механизмы переноса массы.	11	4	2	5
3.3	Фазовое равновесие.	11	2	4	5
3.4	Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.	27	6	6	15
3.5	Абсорбция.	28	4	4	20
3.6	Дистилляция. Ректификация.	22	6	6	10
4	Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).	36	8	8	20
4.1	Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.	9	2	2	5
4.2	Осаждение.	9	2	2	5
4.3	Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдоожиженные слои.	9	2	2	5
4.4	Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей.	9	2	2	5
	ИТОГО	288	64	64	160
	Экзамен	72			
	ИТОГО	360			

4.2. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.

1.1. Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.

Предмет дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы.

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

Жидкости и газы. Классификация жидкостей. Идеальная жидкость. Капельные и упругие жидкости. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные. Напряжения в жидкостях и газах (тангенциальные и нормальные). Свойства жидкостей.

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

1.2. Основы теории переноса.

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях.

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

1.3. Гидростатика.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Покоящаяся жидкость под действием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики.

1.4. Гидродинамика.

Баланс сил при движении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Уравнение Навье-Стокса и его физический смысл.

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости.

Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении.

Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом

давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

1.5. Перемещение жидкостей.

Перемещение жидкостей с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.

Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и КПД с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.

2.1. Основные понятия и определения в теплопередаче.

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.

Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды.

2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

Тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Определение тепловой нагрузки аппарата при изменении и без изменения агрегатного состояния. Расход теплоносителей.

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности.

Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).

Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Основное уравнение теплопередачи.

2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Средняя движущая сила теплопередачи. Определение средней движущей силы в аппаратах различных конструкций. Взаимное направление движения теплоносителей. Расчет поверхности теплообменников.

Способы подвода и отвода теплоты в химической технологии. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Обогрев водяным паром, высокотемпературными органическими теплоносителями, топочными газами. Способы электрообогрева. Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями.

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые, аппараты с перемешивающими устройствами и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Выбор оптимальных конструкций и условий эксплуатации теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов.

Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).

3.1. Основные понятия и определения в массопередаче.

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

3.2. Механизмы переноса массы.

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию.

Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов.

3.3. Фазовое равновесие.

Материальный баланс непрерывного установившегося процесса при различных способах выражения составов фаз и их расходов; уравнения рабочих линий.

Предельные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

3.4. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Два основных метода расчета: на основе коэффициентов массопередачи и на основе понятия теоретической ступени разделения. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса. Фактор массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Влияние продольного перемешивания на среднюю движущую силу массопередачи. Процедура расчета, основанная на объемных коэффициентах массопередачи. Графический и аналитический методы расчета.

Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрффри. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрффри. Численный расчет «от ступени к ступени» и его графическая интерпретация с использованием «кинетической линии». Учет структуры потоков и КПД тарелки. Особенности расчета тарельчатых колонн на основе понятия теоретической тарелки. Число действительных и теоретических тарелок. Эффективность тарелки.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах.

3.5. Абсорбция.

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов.

Основные типы и области применения абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

3.6. Дистилляция. Ректификация.

Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов; области применения и особенности проведения процессов при различном давлении.

Парожидкостное равновесие для систем с полной и ограниченной взаимной растворимостью и его влияние на возможность разделения компонентов дистилляционными методами. Расчет равновесия для идеальных бинарных смесей.

Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Материальный баланс, расчет выхода продукта и его среднего состава при перегонке бинарных смесей. Схемы установок. Тепловые балансы и расчет расходов теплоносителей для этих процессов.

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).

4.1. Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем.

Оценка эффективности и выбор оптимальных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей.

4.2. Основы теории осаждения.

Разделение жидких и газовых систем в поле сил тяжести. Расчет скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц шарообразной и отличных от нее форм в поле силы тяжести.

Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

4.3. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдоожиженные слои.

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Режимы течения потоков в насадочных колоннах. Гидравлическое сопротивление, явления подвисания, захлебывания и инверсии фаз и расчет соответствующих скоростей.

Гидродинамика псевдоожженных (кипящих) слоев. Область применения псевдоожжения. Основные характеристики псевдоожженного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдоожжения и свободного витания, высоты псевдоожженного слоя. Однородное и неоднородное псевдоожжение. Особенности псевдоожжения полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

4.4. Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости фильтрации. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрации. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров и фильтрующих центрифуг.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;	+	+	+	+
2	– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.	+	+	+	
3	– основные принципы организации процессов химической технологии.	+	+	+	+
	Уметь:				
4	– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;	+	+	+	+
5	– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.		+	+	+
	Владеть:				
6	– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;	+	+	+	+
7	– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;	+	+	+	+
8	– методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:					
9	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности.	+	+	
		УК-1.2. Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие.	+	+	+
		УК-1.3. Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

10	ПК-3. Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	ПК-3.1. Знает традиционные и новые технологические процессы получения и модификации материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	+	+	+	+
		ПК-3.2. Умеет использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах получения и обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов.	+	+	+	+
		ПК-3.3. Владеет методами получения и анализа информации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

6.1. Практические занятия.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 64 акад. ч. (32 акад. ч в 5 сем., разделы 1 и 2; 32 ч в 6 сем., разделы 3 и 4).

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Основные свойства жидкостей и газов. Размерности величин. Расчет плотности и вязкости жидкостей и газов.	2
2	1	Уравнение неразрывности потока. Массовый и объемный расходы, средняя скорость. Распределение скоростей по поперечному сечению канала. Режимы течения жидкостей и газов.	2
3	1	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практическое приложение закона Паскаля.	2
4	1	Идеальная жидкость. Применение уравнения Бернулли для решения практических задач. Определение расходов с помощью дроссельных приборов. Истечение жидкости из сосуда.	2
5	1	Расчет гидродинамического сопротивления трубопроводов. Учет режимов течения жидкостей, шероховатости стенок труб и их кривизны, при различных режимах.	2
6	1	Расчет параметров насосов: производительности, напора, мощности, высоты всасывания.	2
7	1	Работа насоса на гидравлическую сеть. Выбор насосов.	2
8	1	Контрольная работа по гидродинамике.	2
9	2	Энергетические балансы в теплообменных аппаратах без изменения и с изменением агрегатного состояния теплоносителей.	2
10	2	Расчет движущей силы теплопередачи. Взаимное направление движения теплоносителей.	2
11	2	Уравнения теплопередачи. Коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи. Размерность, порядок величин. Расчет поверхности теплообмена.	2
12	2	Теплопроводность. Расчет тепловых потоков и профилей температур при переносе теплоты теплопроводностью через однослойные и многослойные плоские стенки.	2
13	2	Расчет коэффициента теплопередачи через уравнение аддитивности термических сопротивлений.	2
14	2	Ориентировочный и поверочный расчет теплообменников для процессов подогрева, охлаждения, конденсации и испарения.	4

15	2	Контрольная работа по теплообменным процессам.	2
16	3	Способы выражения состава фаз. Равновесные концентрации. Закон Генри.	2
17	3	Направление массопередачи. Построение рабочих и равновесных линий на примере процесса абсорбции. Движущая сила массопередачи.	2
18	3	Материальный баланс процесса абсорбции. Расчет расходов поглотителя и инертного носителя. Минимальный расход поглотителя.	2
19	3	Расчет высоты массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз.	2
20	3	Расчет коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Аддитивность диффузионных сопротивлений.	2
21	3	Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрффи.	2
22	3	Контрольная работа по основам массопередачи.	2
23	3	Ректификация бинарных смесей. Равновесные данные. Относительная летучесть. Материальный баланс.	2
24	3	Непрерывная ректификация двухкомпонентных смесей. Минимальное и рабочее флегмовое число. Уравнения рабочих линий.	2
25	3	Тепловой баланс ректификационной колонны. Тепловые нагрузки испарителя и дефлегматора.	2
26	3	Определение основных размеров ректификационной колонны с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.	2
27	3	Контрольная работа по ректификации.	2
28	4	Разделение гетерогенных систем. Материальный баланс. Расчет расходов потоков.	2
29	4	Осаждение. Элементы расчета аппаратов для осаждения.	2
30	4	Элементы гидродинамики неподвижных зернистых слоев и псевдооживление.	2
31	4	Фильтрация. Элементы расчета фильтровальных аппаратов.	2

6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторный практикум по дисциплине не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Рабочей программой дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 5 семестре и 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 6 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 1 включают в себя оценку за домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контроль по Разделу 2 также проводится в форме домашнего задания (максимальная оценка 10 баллов) и контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов). Итоговый контроль по разделам 1, 2 проводится в виде устного экзамена (5 семестр).

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 3 включают в себя домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и 2 контрольные работы (максимальная оценка 20 баллов за каждую работу). Контроль по Разделу 4 производится в виде оценки за домашнее задание (максимально 10 баллов). Итоговый контроль по Разделам 3, 4 проводится в виде устного экзамена (6 семестр).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры домашних заданий.

Домашнее задание по теме «Расчёт плотности и вязкости жидкостей и паров». Раздел 1. Максимальная оценка – 1 балл.

В смеситель за час поступает бензол в количестве 15 т, толуол в количестве 12 т и хлорбензол в количестве 10 т. Далее жидкая смесь направляется в теплообменный аппарат, где происходит её полное испарение. Атмосферное давление составляет 745 мм рт. ст.

Определите:

- 1) плотность и вязкость жидкой смеси, если её температура составляет 30 °С (0,5 балла);

2) плотность и вязкость паровой смеси, если её температура составляет 140 °С, а избыточное давление составляет 0,2 кгс/см² (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Расчёт скорости потока в трубе и подбор трубопровода». Раздел 1. Максимальная оценка – 1,5 балла.

По трубе диаметром 14×3 мм движется жидкий анилин в количестве 0,4 т/ч, его температура составляет 60 °С. Далее жидкость поступает в испаритель, после которого паровой поток движется с тем же массовым расходом по трубе большего диаметра при нормальном атмосферном давлении и температуре, соответствующей температуре кипения жидкости.

Определите:

- 1) скорость потока жидкости в трубопроводе (0,5 балла);
- 2) подберите диаметр трубопровода для потока насыщенного пара (0,5 балла);
- 3) подберите диаметр трубопровода, для потока жидкости, если её массовый расход возрастёт втрое (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Расчёт гидравлического сопротивления трубопровода». Раздел 1. Максимальная оценка – 2,5 балла.

По трубопроводу длиной 35 м и диаметром 14×3 мм из монтежу в закрытую ёмкость при температуре 50 °С перекачивается жидкость (анилин). Расход жидкости составляет 0,5 т/ч. Трубопровод гидравлически гладкий. Высота подъёма жидкости 10 м.

На трубопроводе установлены:

диафрагма с диаметром отверстия 4,23 мм,
повороты (отводы) под прямым углом с относительным радиусом закругления 1 в количестве 6 шт.,
нормальный вентиль.

Определите:

- 1) коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) (0,8 балла);
- 2) сумму коэффициентов местных сопротивлений (0,7 балла);
- 3) гидравлическое сопротивление трубопровода (Па) (0,5 балла);
- 4) избыточное давление в монтежу, если давление в верхней ёмкости 1,9 ата, а атмосферное давление 746 мм. рт. ст. (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Расчёт подбор центробежного насоса». Раздел 1. Максимальная оценка – 5 баллов.

Центробежный насос подаёт органическую жидкость (анилин) из открытой ёмкости в напорный бак, находящийся выше на 10 м. Расход жидкости составляет 6 т/ч. Напорный бак находится под абсолютным давлением 2,1 кгс/см². Атмосферное давление составляет 741 мм. рт. ст., температура 40 °С. Транспортировка жидкости осуществляется по стальному трубопроводу с незначительной коррозией. Всасывающий трубопровод имеет диаметр 56×3,5 мм и длину 8 м, нагнетательный трубопровод диаметр 38×2 мм и длину 20 м. Сумма местных сопротивлений всасывающего трубопровода 6,5, нагнетательного трубопровода 26,5.

Определите:

- 1) потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах (1 балл);
- 2) напор насоса, необходимый для работы на данную сеть (1 балл);
- 3) максимальную высоту всасывающей линии, если число оборотов рабочего колеса центробежного насоса 2900 об/мин (1 балл);

- 4) марку насоса, при заданной производительности обеспечивающего напор, достаточный для работы на данную сеть, и при этом имеющего наименьшую мощность из всех насосов, подходящих для данной сети (1 балл);
- 5) мощность насоса по мощности гидравлической сети, сравнив её со справочным значением (1 балл).

Домашнее задание по теме «Ориентировочный расчёт теплообменных аппаратов».
Раздел 2. Максимальная оценка – 2 балла.

В одноходовом кожухотрубчатом теплообменнике производится охлаждение 45 т/ч органической жидкости (анилин) от начальной температурой 163 °С до конечной температуры 53 °С. Охлаждение производится водой, поступающей в трубное пространство теплообменника с начальной температурой 20 °С и покидающей теплообменник с конечной температурой 32 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 9 % от тепловой нагрузки теплообменного аппарата.

Определите:

- 1) тепловую нагрузку теплообменника (0,6 балла);
- 2) среднюю движущую силу теплопередачи (0,8 балла);
- 3) ориентировочную поверхность теплопередачи (0,6 балла).

Домашнее задание по теме «Поверочный расчёт пластинчатого холодильника». Раздел 2.
Максимальная оценка – 4 балла.

В пластинчатом теплообменнике производится охлаждение 71 т/ч органической жидкости (бензол) от 75 °С до 35 °С. В качестве хладагента используется вода, нагревающаяся от 21 °С до 30 °С. Тепловыми потерями пренебречь. Пластинчатый теплообменник собран из 136 пластин площадью 0,6 м² каждая. Теплагент движется по двухпакетной схеме, хладагент - по однопакетной схеме. Выполнить поверочный расчёт теплообменника и определить коэффициент запаса теплообменника по поверхности теплопередачи.

Домашнее задание по теме «Поверочный расчёт кожухотрубчатого холодильника».
Раздел 2. Максимальная оценка – 4 балла.

Выполните поверочный расчёт вертикального кожухотрубчатого подогревателя, в котором производится нагрев 137 т/ч органической жидкости (бензол) от 22 °С до 56 °С. В качестве теплоагента используется насыщенный водяной пар, подающийся в межтрубное пространство теплообменника под избыточным давлением 5 кгс/см². Атмосферное давление 765 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть загрязнения стенок труб теплообменника.

Характеристики теплообменника:

площадь поверхности $A_{то} = 40 \text{ м}^2$,
диаметр кожуха $D = 600 \text{ мм}$,
диаметр труб $\varnothing = 25 \times 2 \text{ мм}$,
число ходов $k = 1$,
число труб $N = 257$,
длина труб $L = 2 \text{ м}$.

Домашнее задание по теме «Материальный баланс и движущая сила процесса абсорбции».
Раздел 3. Максимальная оценка – 4 балла.

В абсорбер поступает 50000 м³/ч (в расчёте на нормальные условия) газовой смеси, содержащей 25 % об. абсорбата (углекислый газ) в инертном носителе (водород). Абсорбер

орошается жидким абсорбентом (метанол). Степень поглощения составляет 0,77. Процесс абсорбции происходит при давлении 3 МПа и температуре -36 °С. Десорбция производится сбросом давления до 0,0981 МПа при температуре -26 °С. Абсорбент после регенерации вновь подаётся в абсорбер при концентрации абсорбтива, соответствующей равновесному составу в десорбере. Коэффициент избытка поглотителя 1,5.

Определите:

- 1) мольный расход инерта, молярный межфазный поток абсорбтива и содержание абсорбата в выходящем газовом потоке (1 балл);
- 2) содержание абсорбтива во входящем и в выходящем потоке жидкости, мольный расход абсорбента (1 балл);
- 3) число единиц переноса и движущую силу процесса массопередачи по газовой и жидкой фазам (1 балл);
- 4) построить графики рабочей и равновесной линии (1 балл).

Домашнее задание по теме «Расчёт диаметра и высоты насадочной абсорбционной колонны». Раздел 3. Максимальная оценка – 2 балла.

В насадочной абсорбционной колонне при температуре 15 °С и давлении 0,4 МПа производится очистка 20000 м³/ч (расход приведён к н.у.) природного газа от содержащегося в нём диоксида углерода. Орошение колонны производится водным раствором диэтанолamina.

Содержание диоксида углерода в природном газе 3 % об., степень поглощения 92 %. Коэффициент избытка поглотителя 1,28. Содержание диоксида углерода в абсорбенте, поступающем на орошение колонны, составляет 2 г/л. Равновесие в абсорбере описывается уравнением $Y^*=0,0278 \cdot X$.

Насадка абсорбционной колонны неупорядоченная, состоящая из керамических колец Рашига размером 50×50×5 мм. Коэффициент смачиваемости насадки 84 %.

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе 3 кмоль/(м²·ч), в газовой фазе 5 кмоль/(м²·ч).

Молярная масса инерта (природного газа) 18 кг/кмоль.

Молярная масса поглотителя (водного раствора диэтанолamina) 19,6 кг/кмоль.

Плотность поглотителя 1015 кг/м³.

Вязкость поглотителя 1,27 мПа·с.

Определите:

- диаметр (1 балл);
 - высоту (1 балл)
- абсорбционной колонны.

Домашнее задание по теме «Расчёт насадочной ректификационной колонны». Раздел 3. Максимальная оценка – 4 балла.

В насадочной ректификационной колонне производится разделение 18 т/ч бинарной смеси бензол - толуол, содержание низкокипящего компонента в которой 35 % масс. Получаемый дистиллят содержит 90 % масс. низкокипящего компонента, а кубовая жидкость 2 % масс. низкокипящего компонента.

Определите:

- 1) массовый расход дистиллята и кубовой жидкости (0,5 балла);
- 2) минимальное флегмовое число и флегмовое число, если коэффициент избытка флегмы 1,57 (0,5 балла);
- 3) уравнения рабочих линий (0,5 балла);
- 4) тепловую нагрузку дефлегматора и расход охлаждающей воды, если она нагревается от 18 °С до 25 °С (0,5 балла);

- 5) тепловую нагрузку кипятильника и расход греющего пара, если его давление 4 кгс/см^2 (0,5 балла);
- 6) диаметр ректификационной колонны, если колонна заполнена внавал кольцами Рашига размером $25 \times 25 \times 3 \text{ мм}$ (0,5 балла);
- 7) число единиц переноса для верхней и нижней частей колонны (0,5 балла);
- 8) высоту колонны, если высота единицы переноса для верхней части колонны 1,14, высота единицы переноса для нижней части колонны 1,93 (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Осаждение». Раздел 4. Максимальная оценка – 3 балла.

Цилиндрический непрерывнодействующий гребковый отстойник с поверхностью осаждения 10 м^2 используют для разделения при 30°C 10 т/ч водной суспензии, содержащей 10 % масс. кварца (стеснённое осаждение). Осветленная вода содержит 0,1 % масс. кварца, а осадок имеет влажность 40 % масс.

Принять, что осаждение происходит в ламинарной области, проверив справедливость этого допущения в ходе расчёта (отклонением формы частиц от сферической пренебречь) (1 балл).

Каков минимальный размер частиц кварца, оседающих в отстойнике (1 балл)?

Изобразить схему устройства аппарата (1 балл).

Домашнее задание по теме «Движение жидкостей и газов через зернистые слои». Раздел 4. Максимальная оценка – 4 балла.

В вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 1,4 м на сетку засыпан зернистый слой адсорбента высотой 0,4 м. Средний диаметр частиц слоя 2 мм, плотность этих частиц 800 кг/м^3 , фактор формы для них может быть принят равным 0,8, а порозность слоя в неподвижном состоянии составляет 0,4. Через слой необходимо пропускать $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ воздуха (с целью его осушки) с температурой 20°C при нормальном атмосферном давлении. Изменением плотности воздуха при прохождении его через слой можно пренебречь. В каком состоянии будет находиться слой и каково его гидравлическое сопротивление для двух случаев:

- 1) воздух проходит через слой снизу вверх (2 балла);
- 2) сверху вниз (2 балла).

Домашнее задание по теме «Фильтрация». Раздел 4. Максимальная оценка – 3 балла.

На рамном фильтр-прессе требуется фильтровать водную суспензию, подаваемую под давлением 0,5 ати при температуре 20°C , с получением 10 м^3 фильтрата за полчаса. Опытное фильтрование данной суспензии на лабораторном фильтре поверхностью $0,1 \text{ м}^2$, проведённое с использованием той же фильтровальной перегородки и при том же перепаде давления, что и в промышленных условиях, дало следующие результаты: 4,17 литра фильтрата получалось за 0,058 часа, а 11,14 литра – за 0,35 часа.

Определить:

- 1) необходимую поверхность фильтрования промышленного фильтра (1,5 балла);
- 2) сопротивление фильтровальной перегородки (1,5 балла).

8.3. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

1. Контрольная работа по гидродинамике. Раздел 1. Максимальная оценка - 20 баллов.

Центробежный насос подаёт органическую жидкость (анилин) из открытой ёмкости в напорный бак, находящийся выше на 2 м. Расход жидкости составляет $0,5 \text{ т/ч}$. Напорный бак находится под избыточным давлением 1,8 ати. Атмосферное давление

составляет 741 мм. рт. ст., температура 40 °С. Всасывающий трубопровод имеет диаметр 20×2,5 мм и длину 5 м, нагнетательный трубопровод диаметр 14×3 мм и длину 8 м. Коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) принять для обоих трубопроводов равным 0,06. Сумма местных сопротивлений всасывающего трубопровода 6,5, нагнетательного трубопровода 37.

Определите:

- 1) потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах (7 баллов);
- 2) напор насоса, необходимый для работы на данную сеть (6 баллов);
- 3) максимальную высоту всасывающей линии, если число оборотов рабочего колеса центробежного насоса 2900 об/мин (7 баллов).

2. Контрольная работа по теплообменным процессам. Раздел 2. Максимальная оценка – 20 баллов.

Выполните поверочный расчёт вертикального кожухотрубчатого подогревателя, в котором производится нагрев 124 т/ч органической жидкости (метанол) от 20 °С до 58 °С. Для нагревания используется насыщенный водяной пар, подающийся в межтрубное пространство теплообменника под избыточным давлением 2 кгс/см². Атмосферное давление 745 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть загрязнения стенок труб теплообменника.

Характеристики теплообменника:

Площадь поверхности $A = 61 \text{ м}^2$, диаметр кожуха $D = 600 \text{ мм}$, длина труб $L = 3 \text{ м}$, диаметр труб 25×2 мм, число ходов $k = 1$, число труб $N = 257$

3. Контрольная работа по основам массопередачи. Раздел 3. Максимальная оценка – 20 баллов.

В непрерывно действующем насадочном абсорбере производится улавливание паров бензола из паровоздушной смеси чистым соляровым маслом при следующих условиях:

- 1) Производительность абсорбера 1000 м³/ч паровоздушной смеси;
- 2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 30°С;
- 3) Содержание бензола в исходной смеси 5% об.;
- 4) Улавливается 80% поступающего в абсорбер бензола;
- 5) Концентрация бензола в вытекающем из абсорбера масле составляет 75%, от равновесной с концентрацией входящего газа $\bar{X}_K = 0,75 \cdot \bar{X}^*(Y_H)$;
- 6) Диаметр абсорбера 1 м;
- 7) Насадка из колец Рашига 25×25×3;
- 8) Коэффициент смачивания насадки 0,95;
- 9) Коэффициент массопередачи $K_y = 0,7 \text{ кг бензола}/(\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{кг бензола}/\text{кг возд.})$;
- 10) Уравнение равновесной линии $\bar{Y}^* = 0,5 \cdot \bar{X}$ (относительные массовые доли).

Определить:

- 1.Высоту насадки (8 баллов).
 - 2.Расход поглотителя (8 баллов).
- Составить схему аппарата (4 балла).

4. Контрольная работа по ректификации. Раздел 3. Максимальная оценка - 20 баллов.

В ректификационную колонну с ситчатыми переливными тарелками поступает на разделение бинарная смесь бензол-толуол, содержание бензола в которой 35 % масс. В процессе разделения получают 3,6 т/ч дистиллята, содержащего 94 % масс. бензола, и кубовую жидкость, содержащую 94 % масс. толуола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,5.

Определить:

- 1) Массовые расходы исходной смеси и кубовой жидкости (4 балла).
- 2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$ (4 балла).
- 3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 110 °С (4 балла).
- 4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,5 м (4 балла).
- 5) Построить рабочие линии ректификационной колонны (4 балла).

8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

(5 семестр – экзамен, 6 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за **экзамен (5 семестр)** – 40 баллов, за **экзамен (6 семестр)** – 40 баллов. Экзаменационные билеты содержат 4 вопроса.

1 вопрос – 12 баллов, вопрос 2 – 8 баллов, вопрос 3 – 8 баллов, вопрос 4 – 12 баллов.

8.4.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Раздел 1

1. Вывод уравнения неразрывности. Какой вид имеет это уравнение при стационарном течении несжимаемой среды и при неустановившемся течении.
2. Вывод уравнения Навье – Стокса для одномерного движения. Каков физический смысл слагаемых?
3. Проведите подобное преобразование уравнений Навье-Стокса для неустановившегося течения с получением обобщенных переменных (критериев гидродинамического подобия). Каков общий вид критериального уравнения применительно к задаче определения потерь напора (давления)? Физический смысл критериев подобия.
4. Преобразование уравнений Навье – Стокса для покоящейся жидкости. Как получить уравнения Эйлера, основное уравнение гидростатики.
5. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для течения идеальной жидкости. Чем отличается идеальная жидкость от реальной?
6. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для равновесия жидкости.
7. Выведите основное уравнение гидростатики. Назовите практические приложения этого уравнения. Закон Паскаля.
8. Вывод уравнения для распределения скорости по радиусу трубы при стационарном ламинарном течении.
9. Вывод уравнения постоянства расхода для канала (трубопровода) с переменным поперечным сечением.
10. Вывод уравнения для расчета коэффициента гидравлического трения при ламинарном движении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.
11. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Каков физический смысл слагаемых этого уравнения? Приведите примеры практического использования этого уравнения (измерение расхода).
12. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Опишите особенности движения реальной жидкости. Приведите вид уравнения Бернулли для реальной жидкости. Каков его энергетический смысл?
13. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчета напора

- проектируемого к установке насоса. Вывод формулы для расчёта напора действующего насоса (через показания манометра и вакуумметра).
14. Вывод формулы для расчета высоты всасывания насоса. От каких факторов зависит допустимая высота всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
 15. Закон внутреннего трения Ньютона, приведите его вид с необходимыми пояснениями; Динамический и кинематический коэффициенты вязкости.
 16. Что такое гидравлический радиус и эквивалентный диаметр? Расчет эквивалентного диаметра в канале с некруглым поперечным сечением. Приведите примеры.
 17. Охарактеризуйте ламинарное и турбулентное течения. Общие характеристики турбулентного течения. Изобразите, поясните и сопоставьте профили скоростей в трубопроводе при турбулентном и ламинарном режимах течения жидкости.
 18. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.
 19. Определение гидравлического сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Как определяются потери напора на трение при ламинарном и турбулентном движении?
 20. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.
 21. Что такое «гидравлическая гладкость» при течении жидкостей по трубопроводам? Каковы условия, в которых она проявляется?
 22. Приведите с необходимыми пояснениями расчетную формулу для определения потерь давления (напора) при течении жидкостей через трубопроводы и каналы. (С учетом трения и местных сопротивлений.) Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей в трубопроводах, основанные на определении перепада давления.
 23. Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором центробежного и поршневого насоса.
 24. Характеристика центробежного насоса и характеристика сети. Покажите, как определяется напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.
 25. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них. Приведите с необходимыми пояснениями формулу для расчета мощности двигателя насоса.
 26. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на предельную высоту всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
 27. Какие вы знаете насосы объемного типа? Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них.
 28. Изобразите схему устройства и опишите действие поршневого насоса, сопоставив его с насосами других типов.
 29. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
 30. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса двойного действия, сопоставив его с насосом простого действия.
 31. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.
 32. Насосы для перекачки химически агрессивных жидкостей. Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них (по выбору).
 33. Изобразите схему устройства и опишите действие монтежу, сопоставив его с насосами других типов и назвав области применения.
 34. Изобразите схему устройства и опишите действие шестеренчатого насоса, сопоставив его с насосами других типов.

35. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
36. Сопоставьте достоинства и недостатки центробежных и поршневых насосов, назвав основные области их применения.
37. Изобразите схему устройства и опишите действие одноступенчатого центробежного насоса, сопоставив его с многоступенчатым центробежным насосом.
38. Изобразите схему устройства и опишите действие осевого (пропеллерного) насоса, сопоставив его с насосами других типов.

Раздел 2

1. Потенциал переноса энергии. Вывод уравнение переноса.
2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Вид уравнения для стационарного и нестационарного теплообмена.
3. Перенос тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи. Подобное преобразование дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля.
4. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося и неуставившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа). Каковы размерность и физический смысл коэффициента теплопроводности?
5. Вывод уравнения аддитивности термических сопротивлений при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
6. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки. Какова размерность и каков физический смысл этих коэффициентов?
7. Вывод уравнений теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности.
8. Вывод уравнений теплопроводности через цилиндрические стенки для стационарного процесса. При каких условиях можно практически пренебречь кривизной цилиндрической стенки, сведя задачу к теплопроводности через плоскую стенку?
9. Вывод уравнения для расчета движущей силы теплопередачи при переменных температурах теплоносителей вдоль поверхности теплообмена.
10. Механизмы переноса энергии в форме теплоты в жидкостях и газах. Феноменологический закон переноса энергии Фурье.
11. Температурное поле и температурный градиент.
12. Порядок расчёта поверхности теплопередачи теплообменников. приведите соответствующие пояснения, входящих в формулы величин.
13. Опишите молекулярный механизм переноса энергии. Приведите уравнение для удельного потока теплоты.
14. Определение толщины слоя тепловой изоляции.
15. Взаимное направление движения теплоносителей. Сравнение прямотока с противотоком.
16. Физический смысл тепловых критериев Нуссельта и Прандтля. Назовите примерные численные значения критерия Прандтля для газов и капельных жидкостей.
17. Как определяется количество теплоты, передаваемой лучеиспусканием при взаимном излучении двух тел?
18. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
19. Напишите уравнения теплопередачи и теплоотдачи. Что является движущими силами этих процессов? Каковы размерности и физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи?

20. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
21. Определение потерь тепла стенками аппаратов в окружающую среду.
22. Каковы достоинства и недостатки использования топочных газов в качестве теплоносителей для подвода тепла?
23. Водяной пар как теплоноситель. Назовите области его применения, преимущества и недостатки перед другими теплоносителями. Какой пар и почему чаще используется в качестве теплоносителя – насыщенный или перегретый? Как определяется расход пара при заданной тепловой нагрузке?
24. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния. Приведите выражения соответствующих обобщенных переменных (критериев подобия).
25. Графически изобразите зависимости коэффициента теплоотдачи при кипении от разности температур между стенкой и кипящей жидкостью и от удельной тепловой нагрузки. Опишите основные режимы кипения.
26. Как осуществляется отвод конденсата при использовании водяного пара в качестве теплоносителя? Каково назначение и принципы действия конденсатоотводчиков?
27. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для отвода теплоты.
28. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для подвода теплоты.
29. Применение высокотемпературных промежуточных теплоносителей. Назовите области и способы их применения. Приведите примеры таких теплоносителей.
30. Взаимное излучение тел. Как определяется коэффициент взаимного излучения?
31. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции? Опишите, как получено выражение для критерия Грасгофа (с необходимыми пояснениями и обозначениями входящих в него величин).
32. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи? Изобразите и поясните примерные профили изменения скорости и температуры в поперечном сечении трубы при ламинарном и при турбулентном режимах.
33. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу процесса. В каких случаях средняя движущая сила не зависит от взаимного направления потоков?
34. Определение температуры стенок теплообменных аппаратов. Для каких целей требуется знать температуры стенок в ходе расчета теплообменных аппаратов?
35. Теплоотдача при конденсации (описание процесса). Что такое пленочная и капельная конденсация? От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи при конденсации.
36. Теплоотдача при кипении (описание процесса). Общий вид уравнений для определения коэффициента теплоотдачи при кипении.
37. Приведите схемы обогрева аппаратов «острым» и «глухим» паром.
38. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.
39. Изобразите схему устройства кожухотрубного теплообменника.
40. Изобразите многоходовой по межтрубному пространству кожухотрубный теплообменник.
41. Изобразите любую конструкцию многоходового кожухотрубного теплообменника. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?
42. Какие Вы знаете конструкции теплообменников с компенсацией температурных удлинений труб и кожуха. Изобразите любую конструкцию по вашему выбору.

43. Изобразите схему устройства кожухотрубного и двухтрубного («труба в трубе») теплообменников. Сопоставьте достоинства и недостатки этих аппаратов и назовите области их применения.
44. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия теплообменника «труба в трубе». Сопоставьте эти теплообменники с кожухотрубными.
45. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубным теплообменником.
46. Изобразите схему устройства спирального теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.
47. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия оросительных холодильников. Укажите их достоинства и недостатки.
48. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия погружных (змеевиковых) теплообменников. Укажите их достоинства и недостатки, области применения.
49. Приведите схему устройства любого известного вам смешительного теплообменника.
50. Изобразите известные вам схемы устройства градирен. Для чего они используются?

8.4.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Раздел 3

1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.
2. Первый закон Фика. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
3. Получить диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.
4. Получить уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений. Сформулировать допущения при выводе.
5. Вывести соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Из каких уравнений получают коэффициенты массоотдачи?
6. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при абсорбции. Вывести это уравнение при противотоке газа и жидкости. Как определяется минимальный удельный расход абсорбента?
7. Вывести уравнение рабочей линии для массообменных аппаратов (на примере абсорберов) при противоточном движении фаз идеальным вытеснением в условиях неизменности их расхода.
8. Вывести уравнения для расчета средней движущей силы массопередачи.
9. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз.
10. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз.
11. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.
12. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения. КПД по Мэрффи.
13. Получить систему уравнений, описывающих процесс простой перегонки.
14. Материальный баланс процесса простой перегонки. Расчет количества кубового остатка, количества и среднего состава дистиллата.
15. Вывести уравнения рабочих линий ректификационной колонны непрерывного действия.

16. Вывести уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме $y-x$, сформулировав необходимые допущения.
17. Вывести уравнения рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве мольных расходов фаз (с необходимыми пояснениями, указав обозначения и допущения). Как зависит положение этих линий на диаграмме $y-x$ от флегмового числа?
18. Эффективность (КПД) ступени по Мэрфри. Вывести (на примере абсорбции) зависимость между эффективностью по Мэрфри и числом единиц переноса при идеальном смешении жидкости и идеальном вытеснении газа.
19. Вывести формулу для расчёта минимального флегмового числа при непрерывной ректификации. Какие принципы используют для оптимизации при определении флегмового числа?
20. Зависимость между флегмовым числом, размерами колонны и расходом теплоты при ректификации. Каковы принципы выбора оптимального флегмового числа? (Выражение для минимального флегмового числа – вывести).
21. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход греющего пара в кипятильнике?
22. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход теплоносителя в дефлегматоре?
23. Основное уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Их размерности и физический смысл.
24. Метод кинетической линии расчета высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Порядок построения кинетической линии. Эффективность по Мэрфри.
25. Что такое теоретическая ступень разделения («теоретическая тарелка»)? Как это понятие применяется для оценки эффективности и расчета массообменных аппаратов со ступенчатым и непрерывным контактом фаз?
26. Диффузионное сопротивление массопереносу. В каких случаях сопротивление массопереносу лимитируется переносом в одной из фаз?
27. Критерии подобия массообменных процессов. Их физический смысл.
28. Массообменный (диффузионный) критерий Нуссельта. Каковы его вид и физический смысл?
29. Написать с необходимыми пояснениями и обозначениями выражение для расчета средней движущей силы массопередачи в аппаратах с непрерывным контактом фаз при условии линейности рабочей и равновесной линий (на примере процесса абсорбции). Структура потоков соответствует модели идеального вытеснения.
30. Определение минимального и оптимального расхода поглотителя при абсорбции.
31. Гидродинамические режимы в насадочных аппаратах.
32. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.
33. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.
34. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей. Как зависит высота колонны от флегмового числа?
35. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?
36. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.
37. Распылительные абсорберы. Описать принцип действия, достоинства, недостатки.
38. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Для чего

используется насадка? Какие бывают насадки?

39. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Каковы требования, предъявляемые к насадке колонных аппаратов?
40. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Сравнить насадочные и тарельчатые колонны. Указать недостатки насадочных колонн.
41. Описать гидродинамические режимы работы насадочных абсорберов. Сопоставить насадочные и тарельчатые аппараты.
42. Изобразите схему устройства и опишите действие ректификационных и абсорбционных колонн с провальными тарелками.
43. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого колонного аппарата. В чем отличие аппаратов с переточными устройствами и без них.
44. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого аппарата с переточными устройствами
45. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с ситчатыми тарелками.
46. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с клапанными тарелками.
47. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с колпачковыми тарелками.
48. Изобразить с необходимыми обозначениями и пояснениями схемы установок для простой перегонки.
49. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.

Раздел 4

1. Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.
2. Вывод формулы для расчета производительности отстойников для запыленных газов и суспензий.
3. Осаждение под действием силы тяжести. Силы, действующие на частицу. Вывести уравнения для определения скорости свободного осаждения шара.
4. Расчет скорости осаждения частиц сферической формы под действием силы тяжести.
5. Вывод формулы для расчета потребной поверхности осаждения частиц в отстойниках для запыленных газов и суспензий.
6. Критерий Архимеда при осаждении, его физический смысл, использование в расчетах скорости осаждения.
7. Кинетика осаждения. Гидродинамические режимы обтекания тел. Привести график зависимости коэффициента сопротивления среды от критерия Рейнольдса.
8. Привести уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления к виду, удобному для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки.
9. Основные параметры, характеризующие зернистый слой. Получить выражения эквивалентного диаметра через удельную поверхность и диаметр частиц.
10. Действительная и фиктивная (приведенная) скорости потока в зернистом слое. Каково соотношение между ними?
11. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Сопроводите ответ графическими изображениями зависимостей потери давления и высоты слоя от скорости потока.
12. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдооживленном слое?

13. Назвать и сопоставить основные способы разделения суспензий. Указать их преимущественные области применения.
14. Охарактеризовать основные способы очистки газов от пыли. Указать их преимущественные области применения.
15. Какие вы знаете типы аппаратов для очистки газов от пыли? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них (по выбору).
16. Изобразить схему устройства и описать действие одноярусного гребкового непрерывно действующего отстойника.
17. Аппараты для мокрой очистки газов от пылей. Изобразить схему устройства и описать действие одного из таких аппаратов.
18. Изобразить схему устройства и описать действие тарельчатого (пенного) пылеуловителя.
19. Изобразить схему устройства циклона или гидроциклона (по выбору), назвав основные области их применения.
20. Изобразить схему устройства и описать действие гидроциклона.
21. Какие вы знаете фильтры для суспензий периодического действия? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них.
22. Изобразить схему устройства и описать действие нутч – фильтра.
23. Изобразить схему устройства и описать действие пылесадительных камер и газоходов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.5. Структура и примеры билетов для экзаменов.

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме устного экзамена. Экзамен (5 семестр) включает в себя материал раздела 1 и раздела 2. Экзамен (6 семестр) включает в себя материал раздела 3 и раздела 4.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов, третьего вопроса по конструированию аппаратов и задачи. Первый вопрос билета предусматривает развернутый ответ студента по достаточно объемной тематике, второй - краткий ответ по конкретизированной тематике. Первый и второй вопросы должны относиться к разным разделам.

Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос и задача – максимально по 12 баллов каждый, второй и третий вопросы – максимально 8 баллов каждый. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля в семестре и ответа на экзамене. Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

Пример экзаменационного билета (5 семестр) раздел 1, раздел 2.

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ _____ Л.В. Равичев	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии <i>Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии</i>

«__» _____ 20__ г.	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Билет № 1 1. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости. 2. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа). 3. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения. 4. Задача. Определить высоту всасывающей линии, по которой из находящейся под атмосферным давлением ёмкости к центробежному насосу поступает вода со скоростью 2 м/с. Гидравлическое сопротивление всасывающей линии составляет 35 кПа. Вакуумметр, подключённый к всасывающей линии на одном уровне с насосом, показывает, что давление во всасывающей линии на 300 мм рт. ст. ниже атмосферного. Температура перекачиваемой воды 20 °С, атмосферное давление 1 кгс/см².	

Пример экзаменационного билета (6 семестр) раздел 3, раздел 4.

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ _____ Л.В. Равичев «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии <i>Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии</i>
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Билет № 1 1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде. 2. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдоожиженном слое? 3. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы. 4. Задача. Определить необходимую поверхность насадки в насадочном абсорбере, в котором поглощается компонент (газ) из его смеси с азотом чистой водой. Расход воды, орошающей колонну, составляет 10 м³/ч. Концентрация извлекаемого газа в вытекающей из абсорбера воде 0,05 кг газа/кг воды. Коэффициенты массоотдачи в газовой и в жидкой фазе, отнесенные к единице геометрической поверхности насадки, составляют соответственно: $\beta_y = 20 \frac{\text{кг газа}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}} \text{ и } \beta_x = 40 \frac{\text{кг газа}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}}.$ Средняя движущая сила массопередачи при абсорбции, выраженная в концентрациях газовой фазы, $\Delta Y_{cp} = 0,01 \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}$, а уравнение равновесной линии $\bar{Y}^* = 1,2 \cdot \bar{X}$,	

где $[\bar{Y}^*] = \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}$ и $[\bar{X}] = \frac{\text{кг газа}}{\text{кг воды}}$.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И.Разинов, А.В.Клинов, Г.С.Дьяконов; Минобрнауки России, Казан.нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.
2. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Процессы и аппараты химической технологии (в 5-ти томах). М.: Химия, 2011. – 1230 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Теплообменные процессы. Лабораторный практикум: учеб.пособие /Л.В. Равичев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев, О.А. Кайгородова, В.Я. Логинов, Н.З. Хабибова, М.А. Носырев, С.И. Ильина, В.И. Быков.- М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. - 96 с.
4. Процессы и аппараты химической технологии. Многофункциональный гидродинамический комплекс. Лабораторный практикум: учеб.пособие / Л.В. Равичев, И.К. Кузнецова, Т.А. Тарасова, О.В. Кабанов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. - 84 с.
5. Процессы и аппараты химической технологии. Дидактический материал к практическим занятиям: в 2 ч.: учеб.пособие / Р.Б. Комляшев, А.В. Вешняков, М.А. Носырев, Л.В. Равичев, С.И. Ильина, Л.С. Сальникова. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. Ч.1. Гидродинамика и теплообмен. - 144 с.
6. Равичев Л.В., Ильина С.И., Комляшев Р.Б., Носырев М.А., Сальникова Л.С., Бобылев В.Н. Задачник-тренажер по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2020. С. 264.

Б) Дополнительная литература:

1. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / Романков П. Г. , Фролов В. Ф. , Флисюк О. М. - 3-е изд. ,испр. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-93808-182-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента".
2. Физико-химические свойства веществ: Методические указания по курсовому проектированию / Равичев Л.В., Трушин А.М., Комляшев Р.Б., Васильев А.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 104 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571

- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.chem-eng.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10;
- банк домашних заданий по гидродинамике и теплообмену (общее число заданий 250);
- банк контрольных заданий по гидродинамике (Раздел 1) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий теплообмену (Раздел 2) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий по абсорбции (Раздел 3) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий по ректификации (Раздел 3) (общее число контрольных – 50);
- банк экзаменационных билетов: Раздел 1. Раздел 2 (общее число билетов – 60);
- банк экзаменационных билетов: Раздел 3. Раздел 4 (общее число билетов – 60).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 16.05.2021).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 16.05.2021).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 16.05.2021).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия

проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по рабочей программе дисциплины **«Процессы и аппараты химической технологии»** проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования.

11.2. Учебно-наглядные пособия.

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и семинаров.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства.

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.	<i>Знает:</i> – основы теории переноса импульса; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов; – основные принципы организации процессов химической технологии. <i>Умеет:</i> – определять характер движения жидкостей и газов; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. <i>Владеет:</i> – методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; – навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.	Оценка за домашнюю работу (5 семестр). Оценка за контрольную работу № 1 (5 семестр). Оценка за экзамен (5 семестр).
Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.	<i>Знает:</i> – основы теории переноса тепла; принципы физического моделирования процессов; основы теории теплопередачи; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов; – основные принципы организации процессов химической технологии. <i>Умеет:</i> – определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов	Оценка за домашнюю работу (5 семестр). Оценка за контрольную работу № 2 (5 семестр). Оценка за экзамен (5 семестр).

	теплопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. <i>Владеет:</i> – методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; – навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.	
Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем. (Основные массообменные процессы)	<i>Знает:</i> – основы теории переноса массы; принципы физического моделирования процессов; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов; – основные принципы организации процессов химической технологии. <i>Умеет:</i> – определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. <i>Владеет:</i> – методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; – навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.	Оценка за домашнюю работу (6 семестр). Оценка за контрольную работу № 1 (6 семестр). Оценка за контрольную работу № 2 (6 семестр). Оценка за экзамен (6 семестр).

Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем. (Основные гидромеханические процессы)	<i>Знает:</i> – основы теории переноса импульса; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов; – основные принципы организации процессов химической технологии. <i>Умеет:</i> – определять характер движения жидкостей и газов; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. <i>Владеет:</i> – методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; – навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.	Оценка за домашнюю работу (6 семестр). Оценка за экзамен (6 семестр).

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Процессы и аппараты химической технологии»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии
М.Ю. Королевой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14 » мая 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки бакалавров 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической и коллоидной химии, процессов и аппаратов химической технологии.

Цель дисциплины - приобретение обучающимися знаний и компетенций в области получения наночастиц и наноматериалов в жидких средах.

Задача дисциплины - формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, понимания общих закономерностей получения таких материалов; выработка на этой основе способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты.

Дисциплина «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки - «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем» направлено на приобретение следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	ПК-5.1. Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа. ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в области наноструктурированных материалов и применять полученную информацию для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов ПК-5.3 Владеет методами разработки	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6)

анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;		новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в области наноматериалов и наносистем	Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных	- все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных	ПК-6 Способен эксплуатировать технологическое и аналитическое оборудование, предназначенное для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов, в	ПК-6.1. Знает нормы техники безопасности и требования экологии при эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия

характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; – участие в производстве наноматериалов и наносистем с заданными технологическими и функциональными свойствами, проектировании высокотехнологичных процессов в составе первичного проектно-технологического или исследовательского подразделения; контроль качества выпускаемой продукции.	данных, моделирования процессов синтеза и физико-химических свойств наноматериалов; - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и жизнедеятельности.	соответствии с нормами техники безопасности и требованиями экологии	наноструктурированных материалов ПК-6.2. Умеет применять на практике нормы и правила техники безопасности при эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов. ПК-6.3. Владеет навыками безопасной эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов.	сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на размер и скорость образования центров кристаллизации, скорость роста наночастиц;
- закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах;
- особенности химических, физических и биологических процессов синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах;
- закономерности, позволяющие прогнозировать размер и морфологию наночастиц при использовании жидкофазных методов синтеза.

Уметь:

- выбирать способ синтеза для получения наночастиц требуемого размера и формы;
- находить и использовать литературные источники, необходимые для получения наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;
- применять теоретические и практические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения некоторых исследовательских и прикладных задач.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах;
- основными методами синтеза в жидких средах наночастиц и наноматериалов различной дисперсности и природы.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	4,0	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	1,78	64
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	2,22	80	2,22	80
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,2	2,22	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8		79,8
Виды контроля:				
Зачет с оценкой	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	108	4,0	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	48	1,78	48
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12	0,45	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	2,22	60	2,22	60

Контактная самостоятельная работа	2,22	0,15	2,22	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85		59,85
Виды контроля:				
Зачет	+	+	+	+
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-	-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Введение в синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах	20	4	4	0	12
1.1	Основы кристаллизации в жидких средах. Конденсационные процессы.	6	1	1	-	4
1.2	Гомогенное зародышеобразование, термодинамика и кинетика	6	1	1	-	4
1.3	Основные факторы, влияющие на скорость роста наночастиц	8	2	2	-	4
2.	Раздел 2. Синтез наночастиц методами контролируемого осаждения	58	6	6	16	30
2.1	Синтез наночастиц золота и серебра	22	2	2	8	10
2.2	Синтез полупроводниковых наночастиц	20	1	1	8	10
2.3	Синтез магнитных наночастиц	6	1	1	-	4
2.4	Синтез наночастиц со структурой ядро-оболочка	10	2	2	-	6
3.	Раздел 3. Комплексные методы синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах	66	14	14	0	38
3.1	Основы золь-гель метода получения наноматериалов	10	2	2	-	6
3.2	Сольво- и гидротермальный синтез наноматериалов	10	2	2	-	6
3.3	Синтез наночастиц при микроволновом и ультразвуковом воздействии	10	2	2	-	6
3.4	Криохимический метод синтеза наночастиц	8	2	2	-	4
3.5	Электрохимические методы получения наноматериалов	8	2	2	-	4
3.6	Матричный синтез наночастиц	8	2	2	-	4
3.7	Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов	6	1	1	-	4
3.8	Самоорганизация наночастиц	6	1	1	-	4
	ИТОГО	144	24	24	16	80
	Экзамен (если предусмотрен УП)	-	-	-	-	-

	ИТОГО	144	24	24	16	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах

- 1.1. Основы кристаллизации в жидких средах. Конденсационные процессы.
- 1.2. Стадии процесса кристаллизации - образование центров нуклеации, рост наночастиц. Термодинамика и кинетика гомогенной нуклеации. Критический зародыш; факторы, влияющие на размер критического зародыша.
- 1.3. Основные факторы, влияющие на скорость роста наночастиц. Способы замедления роста с целью получения наночастиц контролируемого размера. Кристаллизация при пересыщении и переохлаждении. Способы кристаллизации.а

Раздел 2. Синтез наночастиц методами контролируемого осаждения

- 2.1. Синтез наночастиц благородных металлов. Методы Туркевича и Браста. Синтез наностержней золота и серебра. Синтез на зародышах кристаллизации, влияние ПАВ. Механизм роста наностержней металлов в жидких средах.
- 2.2. Синтез магнитных наночастиц. Получение магнитных жидкостей.
- 2.3. Синтез полупроводниковых наночастиц методом контролируемого осаждения. Метод молекулярных прекурсоров. Основные факторы, влияющие на размер и скорость синтеза наночастиц полупроводников методом молекулярных прекурсоров.
- 2.4. Основы синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур.

Раздел 3. Комплексные методы синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах

- 3.1. Основы золь-гель метода. Гидролиз и поликонденсация в щелочной и кислой среде. Гелеобразование и синерезис. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей.
- 3.2. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях. Сверхкритическая жидкость, как растворитель. Разновидности сольвотермального и гидротермального синтеза наноматериалов.
- 3.3. Синтез наночастиц при микроволновом и ультразвуковом воздействии. Механизм синтеза.
- 3.4. Криохимический метод синтеза наночастиц. Хладоагенты. Способы удаления растворителя.
- 3.5. Электрохимические методы получения наноматериалов. Катодные и анодные процессы синтеза наноматериалов. Получение наноструктурированных покрытий. Образование нанопористых материалов.
- 3.6. Матричный синтез наночастиц. Синтез наночастиц в мицеллах и микроэмульсиях. Использование гексагональных и кубических жидкокристаллических фазах в качестве матрицы для синтеза наноматериалов.
- 3.7. Биологические методы синтеза наночастиц. Внутриклеточный синтез наночастиц. Магнетобактерии, магнетосомы.
- 3.8. Самоорганизация наночастиц под действием капиллярных, гравитационной и центробежной сил, действия электрического и магнитного поля. Матричная самоорганизация.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать: (перечень из п.2)			
1	– Теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на размер и скорость образования центров кристаллизации, скорость роста наночастиц	+	-	-
2	– Закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах	+	+	+
3	– Особенности химических, физических и биологических процессов синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах	+	+	+
4	– Закономерности, позволяющие прогнозировать размер и морфологию наночастиц при использовании жидкофазных методов синтеза	+	+	+
	Уметь: (перечень из п.2)			
6	– Выбирать способ синтеза для получения наночастиц требуемого размера и формы	+	+	+
7	– Находить и использовать литературные источники, необходимые для получения наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава	+	+	+
8	– Применять теоретические и практические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения некоторых исследовательских и прикладных задач	+	+	+
	Владеть: (перечень из п.2)			
9	– Методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах	+	+	+
10	– Основными методами синтеза в жидких средах наночастиц и наноматериалов различной дисперсности и природы	+	+	+
	Код и наименование ПК			
11	– ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+	+

12	– ПК-6 Способен эксплуатировать технологическое и аналитическое оборудование, предназначенное для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов, в соответствии с нормами техники безопасности и требованиями экологии	-	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 24 акад. ч. (24 акад. ч в 8 сем., разделы 1, 2 и 3).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Расчеты размеров критических зародышей из различных материалов.	2
2	1	Расчеты скорости образования критических зародышей из различных материалов.	2
3	2	Изучение особенностей синтеза наночастиц благородных металлов	2
4	2	Изучение особенностей синтеза полупроводниковых квантовых точек наночастиц	1
5	2	Изучение особенностей синтеза магнитных наночастиц	1
6	2	Изучение особенностей синтеза наночастиц со структурой ядро-оболочка	2
7	3	Изучение роли различных факторов на дисперсность и структуру получаемых наноматериалов при золь-гель синтезе в кислой и щелочной среде	2
8	3	Изучение особенностей синтеза наночастиц при микроволновом и ультразвуковом воздействии	2
9	3	Изучение особенностей проведения синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических условиях, когда сверхкритическая жидкость играет роль растворителя, сорастворителя или анти-растворителя	2
10	3	Изучение особенностей синтеза наночастиц криохимическим методом, определение условий, при которых для удаления растворителя используется сублимационная сушка, криоэкстрагирование или криоосаждение	2
11	3	Изучение способов получения наночастиц и наноматериалов катодными и анодными методами при электрохимическом синтезе	2
12	3	Изучение влияния различных параметров на матричный наночастиц в обратных мицеллах и микроэмульсии	2
13	3	Изучение особенностей биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов	1
14	3	Изучение особенностей самоорганизации наночастиц	1

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» выполняется в соответствии с Учебным планом в 8 семестре и занимает 16 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 2 раздел дисциплины. В практикум входит 2 работы, примерно по 8 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах», а также дает практические знания о синтезе наночастиц благородных металлов и полупроводниковых наночастиц в жидких средах.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Синтез наночастиц серебра восстановлением борогидридом натрия. Определение размеров наночастиц и устойчивости водной дисперсии наночастиц серебра.	8
2	2	Синтез наночастиц сульфида кадмия методом контролируемого осаждения в водной фазе. Определение размеров наночастиц и устойчивости водной дисперсии наночастиц сульфида кадмия.	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 80 ч в 8 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- оформление отчетов по проделанным лабораторным работам;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине;
- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science и Scopus;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в научных семинарах, проводимых на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с

указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (одна контрольная работа по 1 и 2 разделам и 1 контрольная работа по 3 разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 40 баллов по 20 баллов за каждую.

Разделы 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

1. Какой знак имеет слагаемое σF в уравнении энергии Гиббса от параметров при образовании кристаллических зародышей?
2. Как изменяется радиус критических зародышей при увеличении пересыщения в системе в случае гомогенной кристаллизации?
3. Как изменяется радиус критических зародышей при увеличении температуры в системе в случае гомогенной кристаллизации?
4. Величина потенциального барьера выше при гомогенной или гетерогенной кристаллизации?
5. Как изменяется скорость образования центров кристаллизации при увеличении пересыщения раствора?
6. Как изменяется скорость образования центров кристаллизации при увеличении температуры раствора?
7. Как изменяется скорость роста кристаллов при увеличении пересыщения раствора?
8. Что используется в качестве восстановителя в методе Браста при синтезе наночастиц золота?
9. Что используется в качестве стабилизатора в методе Туркевича при синтезе наночастиц золота?
10. Когда образуются анизотропные частицы при синтезе полупроводниковых наночастиц по методу молекулярных прекурсоров?
11. Из каких стадий состоит процесс синтеза наночастиц, представляющих собой сплав Au и Ag?
12. Из каких стадий состоит процесс синтеза нанокомпозитов $\text{Au@SiO}_2\text{@Au@SiO}_2$?

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

1. Как изменяется вязкость при образовании сверхкритической жидкости?
2. Наночастицы какой природы можно синтезировать RESS-методом?
3. Основной недостаток синтеза наночастиц при микроволновом нагреве.
4. Какой сжиженный газ наиболее часто используют в качестве хладагента при криохимическом методе синтеза наночастиц?
5. Какова структура гранул при малых скоростях охлаждения в криохимическом методе синтеза?

6. Про происходит на стадии криоэкстрагирования в криохимическом методе синтеза?
7. Как называется продукт, образующийся при термическом удалении растворителя, в золь-гель методе?
8. Можно ли методом электроосаждения получать композитное покрытие, состоящее из металла и наночастиц алмаза?
9. Можно ли синтезировать наночастицы благородных металлов в обратных мицеллах?
10. Какого размера можно синтезировать наночастицы в обратных мицеллах?
11. В какой жидкокристаллической структуре синтезируют стержни?
12. Какие структуры образуются при самоорганизации наночастиц под действием капиллярных сил?

8.2. Оценка лабораторных работ

Сдача лабораторной работы заключается в устном объяснении полученных результатов, их взаимосвязи с размерами синтезированных наночастиц. Максимальная оценка за каждую лабораторную работу - 7 балла.

Затем проводится тест-контроль знаний, полученных при выполнении лабораторных работ. В каждом тесте содержится 3 вопроса. За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл.

По каждой из двух лабораторных работ обучающийся может набрать максимально 10 баллов - 7 баллов за лабораторную работу и 3 балла за тест по данной лабораторной работе.

Это является контрольной точкой № 3. Максимальная оценка - 20 баллов.

Примеры тестовых вопросов:

1. Что используется в качестве восстановителя серебра в проделанной лабораторной работе?
2. Что используется в качестве стабилизатора наночастиц серебра в проделанной лабораторной работе?
3. Какого размера получаются наночастицы сульфида кадмия при синтезе методом контролируемого осаждения?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 20 баллов.

1. Критический зародыш; факторы, влияющие на размер критического зародыша.
2. Основные факторы, влияющие на скорость роста наночастиц.
3. Получение наночастиц золота методами Туркевича и Браста.
4. Способы синтеза наностержней золота и серебра.
5. Синтез полупроводниковых наночастиц методом молекулярных прекурсоров.
6. Синтез магнитных наночастиц.
5. Золь-гель синтез наноматериалов. Аэрогели и ксерогели.
6. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях. Критическая жидкость, как растворитель.

7. Синтез наночастиц при ультразвуковом воздействии.
8. Синтез наночастиц при микроволновом нагреве.
10. Криохимический метод синтеза наночастиц. Хладоагенты. Способы удаления растворителя.
11. Катодные и анодные процессы при электрохимическом методе получения наноматериалов.
12. Синтез наночастиц в обратных мицеллах и микроэмульсии.
13. Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов. Магнетобактерии, магнетосомы.
14. Самоорганизация наночастиц.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (8 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии _____ Королева М.Ю. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» Профиль – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»
Билет № 1 1. Критический зародыш; факторы, влияющие на размер критического зародыша. 2. Синтез наночастиц в обратных мицеллах и микроэмульсии.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, 152 с.
2. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шабанова Н. А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 328 с.
2. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 365 с.

3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.
4. Генералов М.Б. Основные процессы криохимической нанотехнологии. Теория и методы расчета: учебное пособие, СПб.: Профессия, 2010, 348 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
- Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
- Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
- Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/>
- Сайт Роснано <http://www.rusnano.com>
- Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций и семинаров – 8, (общее число слайдов – более 600);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - более 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 40).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов»);

- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
 - Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
 - Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
 - Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);
 - Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);
 - Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);
 - Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).
- При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:
- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).
 - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).
 - ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» включает 3 модуля, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его демонстрационными фильмами, а также сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждой пары модулей заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

Учебная программа дисциплины «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 16 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 8 семестре. Лабораторные работы охватывают 2 раздел. Лабораторный практикум выполняется, когда изучен материал большинства разделов, входящих в раздел «Синтез наночастиц методами контролируемого осаждения». На выполнение каждой работы отводится примерно 8 ч в зависимости от трудоемкости.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента бакалавриата в области синтеза наночастиц благородных металлов и полупроводниковых наночастиц в жидких средах, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах;
- творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

После выполнения лабораторных работ обучающиеся оформляют отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями, изложенными в описании каждой

лабораторной работы. После оформления отчета обучающиеся сдают лабораторную работу преподавателю, объясняя полученные результаты. Максимальная оценка за лабораторные две работы составляет 20 баллов, по 10 баллов за каждую лабораторную работу.

Совокупная оценка текущей работы студента бакалавриата в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов) и лабораторного практикума (максимальная оценка 20 баллов). Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1, 2 и 3 происходит в 8 семестре и заканчивается контролем его освоения в зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» изучается в 8 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах», является формирование у студентов компетенций в области синтеза наночастиц в жидких средах. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

На первом лекционном занятии при рассмотрении вопросов получения наночастиц и наноматериалов в жидких средах, преподавателю необходимо обратить внимание на

взаимосвязь процессов конденсации и роста кристаллов с процессами синтеза наночастиц. Рекомендуется рассмотреть влияние различных параметров на размер и скорость образования зародышей кристаллизации, на скорость последующего роста наночастиц. Тщательно рассмотреть вопросы, связанные со способами замедления роста, что необходимо для получения наночастиц требуемого размера.

В разделе «Синтез наночастиц методами контролируемого осаждения» рекомендуется рассмотреть основные способы получения наночастиц золота и серебра: методы Туркевича и Браста. Следует уделить внимание вопросам, связанным с синтезом наностержней золота и серебра на зародышах кристаллизации, остановиться на влиянии ПАВ на процесс образования наностержней.

Необходимо уделить внимание вопросам синтеза магнитных наночастиц. Дать основные понятия о способах получения магнитных жидкостей.

Следует подробно рассказать о способах синтеза полупроводниковых наночастиц. Остановится на аспектах получения полупроводниковых наночастиц методом молекулярных прекурсоров.

В разделе «Комплексные методы синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах» следует уделить внимание золь-гель методу синтеза наноматериалов, сольво- и гидротермальному синтезу, криохимическому методу, электрохимическому методу, матричному синтезу и биологическим методам получения наночастиц и наноматериалов. Необходимо сфокусировать внимание на максимально точном и понятном описании физических и химических процессов, протекающих при синтезе наночастиц и наноматериалов. И при этом следует дать логическое обоснование выбора способа синтеза для каждого конкретного случая.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении лекционных и практических занятий рекомендуется использовать иллюстративный материал, который включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. При проведении лабораторных работ следует уделить особое внимание навыкам работы обучающихся в химической лаборатории. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к подготовке образцов, проведению экспериментов и обработке результатов для получения достоверных величин определяемых свойств. Студенты должны понимать, что свойства наночастиц, которые они определяют в практикуме, прежде всего размеры наночастиц, связаны с точным соблюдением методики выполнения работы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение специализированных выставок и семинаров.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах» проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами, необходимым общелабораторным оборудованием (весы аналитические, сушильные шкафы, колбонагреватели, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, pH-метры, кондуктометры) и специализированным оборудованием для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и наноструктурированных систем, в том числе спектрофотометр в УФ и видимой области, синхронный термический анализатор, анализатор размера и дзета-потенциала частиц, анализатор стабильности дисперсных систем. Кафедра наноматериалов и нанотехнологии этим оборудованием оснащена.

13.2. Учебно-наглядные пособия

Иллюстрации к разделам курса; распечатки слайдов презентаций.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
6.	Kaspersky	Контракт № 90-	12 месяцев	Лицензия на ПО, не	Нет

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	133ЭА/2021 от 07.09.2021	(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах	<i>Знает:</i> – теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на размер и скорость образования центров кристаллизации, скорость роста наночастиц; – закономерности, позволяющие прогнозировать размер и морфологию наночастиц при использовании жидкофазных методов синтеза. <i>Умеет:</i> – выбирать способ синтеза для получения наночастиц требуемого размера и формы; – находить и использовать литературные источники, необходимые для получения наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава. <i>Владеет:</i> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах.	Оценка за контрольную работу № 1 (8 семестр) Оценка на зачете с оценкой (8 семестр)
Раздел 2. Синтез наночастиц методами контролируемого осаждения	<i>Знает:</i> – закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах; – особенности химических, физических и биологических процессов синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах;	Оценка за контрольную работу № 1 (8 семестр) Оценка за

	– закономерности, позволяющие прогнозировать размер и морфологию наночастиц при использовании жидкофазных методов синтеза. <i>Умеет:</i> – выбирать способ синтеза для получения наночастиц требуемого размера и формы; – находить и использовать литературные источники, необходимые для получения наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; – применять теоретические и практические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения некоторых исследовательских и прикладных задач. <i>Владеет:</i> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах; – основными методами синтеза в жидких средах наночастиц и наноматериалов различной дисперсности и природы.	контрольную точку № 3 - за лабораторные работы (8 семестр) Оценка на зачете с оценкой (8 семестр)
Раздел 3. Комплексные методы синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах	<i>Знает:</i> – закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах; – особенности химических, физических и биологических процессов синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах; – закономерности, позволяющие прогнозировать размер и морфологию наночастиц при использовании жидкофазных методов синтеза. <i>Умеет:</i> – выбирать способ синтеза для получения наночастиц требуемого размера и формы; – находить и использовать литературные источники, необходимые для получения наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; – применять теоретические и практические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения некоторых исследовательских и прикладных задач. <i>Владеет:</i> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов в жидких средах; – основными методами синтеза в жидких средах	Оценка за контрольную работу № 2 (8 семестр) Оценка на зачете с оценкой (8 семестр)

	наночастиц и наноматериалов различной дисперсности и природы. —	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ»**

**Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Золотухиным С.Е.

старшим преподавателем кафедры ОХТ, Сальниковой О.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей химической технологии «30» июня 2025 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение *одного* семестра.

Дисциплина **«Системы управления химико-технологическими процессами»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии, общей химической технологии.

Цель дисциплины – дать базовые знания по теории систем управления химико-технологическими процессами (СУ ХТП), привить навыки и умения анализа свойств ХТП, как объектов управления и практического применения технических средств управления.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями теории автоматического управления технологическими процессами;
- развитие представлений о современных методах анализа статических и динамических характеристик химико-технологического процесса как объекта управления;
- ознакомление со структурами и функциями систем автоматического управления, методами и законами управления ХТП;
- развитие способностей к анализу и синтезу систем автоматического управления ХТП;
- изучение структур и функций систем автоматического управления, методов и законов управления ХТП;
- ознакомления с методами анализа и синтеза систем автоматического управления ХТП и прогнозирования качества их функционирования;
- ознакомления с основными типами функциональных устройств информационно-измерительных систем ХТП;
- изучение автоматических информационно-измерительных систем ХТП, методов и средств диагностики и контроля, анализа точности и надёжности их работы;
- изучение основ проектирования автоматических систем управления ХТП;
- приобретения умения грамотно ставить задачи управления ХТП.

Дисциплина **«Системы управления химико-технологическими процессами»** преподаётся в **8-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ОПК-2.2. Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов, обосновывает выбор целесообразного решения с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений ОПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия теории управления;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- основные виды систем автоматического управления (САУ) и законы регулирования;
- типовые САУ в химической промышленности;
- методы и средства измерения основных технологических параметров;
- устойчивость САУ;
- основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.

Уметь:

- определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;
- выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;
- оценивать устойчивость САУ;
- выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.

Владеть:

- методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
Лекции	0,433	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,433	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,433	16	12
Самостоятельная работа	0,67	24	18
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,67	24	18
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.	10	3	2	2	3
2.	Раздел 2. Основы теории автоматического управления.	26	8	8	4	6
3.	Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.	16	3	2	4	7
4.	Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.	20	2	4	6	8
	ИТОГО	72	16	16	16	24
	Экзамен	36				
	ИТОГО	108				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.

Значение автоматического управления для развития химической промышленности. Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Технико-экономический эффект внедрения автоматизированных систем управления. Роль систем управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения. Иерархия управления. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

Раздел 2. Основы теории автоматического управления.

Математические модели САУ. Динамические характеристики САУ. Использование операционного исчисления для анализа САУ. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Эквивалентные преобразования структурных схем. Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Классификация и основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Выбор закона регулирования и определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.

Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии. Методы измерений. Средства измерительной техники, их статические и динамические свойства. Погрешности измерений. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики ХТП. Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ.

Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.

Особенности управления ХТП. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	основные понятия теории управления;	+	+	+	+
2	статические и динамические характеристики объектов управления;	+	+	+	+
3	основные виды САУ и законы регулирования;	+	+		+
4	типовые САУ в химической промышленности;	+	+	+	+
5	методы и средства измерения основных технологических параметров;			+	+
6	устойчивость САУ;	+	+		+
7	основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.	+	+		+
Уметь:					
8	определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;	+	+	+	+
9	выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;	+	+	+	+
10	оценивать устойчивость САУ;	+	+		+
11	выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.			+	+
Владеть:					
12	методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
13	ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений	+	+	+	+
14		ОПК-2.2. Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов, обосновывает выбор целесообразного решения с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	+	+	+	+
15		ОПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1, 2	Динамические свойства объектов управления. Модели устойчивых (апериодических, колебательных), нейтральных и неустойчивых объектов управления.	3
2	1, 2	Определение параметров математической модели по переходной характеристике объекта управления.	3
3	2, 4	Структурные схемы. Типовые соединения динамических звеньев. Эквивалентные преобразования структурных схем.	3
4	2, 4	Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Критерии устойчивости САУ. Расчёт САУ на устойчивость.	4
5	2, 4	Выбор закона регулирования, исходя из свойств объекта управления и требований к качеству управления. Определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.	3

6.2 Лабораторные занятия

В практикум входит 3 работы из 4, указанных в таблице. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет **30** баллов (максимально по **10** баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1, 2, 3, 4	Статические и динамические характеристики системы регулирования. Настройка системы автоматического регулирования расхода с применением ПИД-регулятора.
2	1, 2, 3, 4	Системы релейного регулирования уровня.
3	1, 2, 3, 4	Создание системы регулирования давления на базе измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ210 и SCADA-системы TRACE MODE.
4	1, 2, 3, 4	Настройки цифрового регулятора температуры ТЕРМОДАТ 25К5 применительно к системам регулирования температуры.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *экзамена* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **30** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **30** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **10** баллов за каждую.

Разделы 1 и 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 4 балла за первый вопрос, по 3 балла за второй и третий вопросы.

1. Концентрация продукта реакции на выходе из реактора с мешалкой (c , моль/м³) зависит от расхода подаваемого в реактор реагента (F , кг/мин) в соответствии с уравнением:

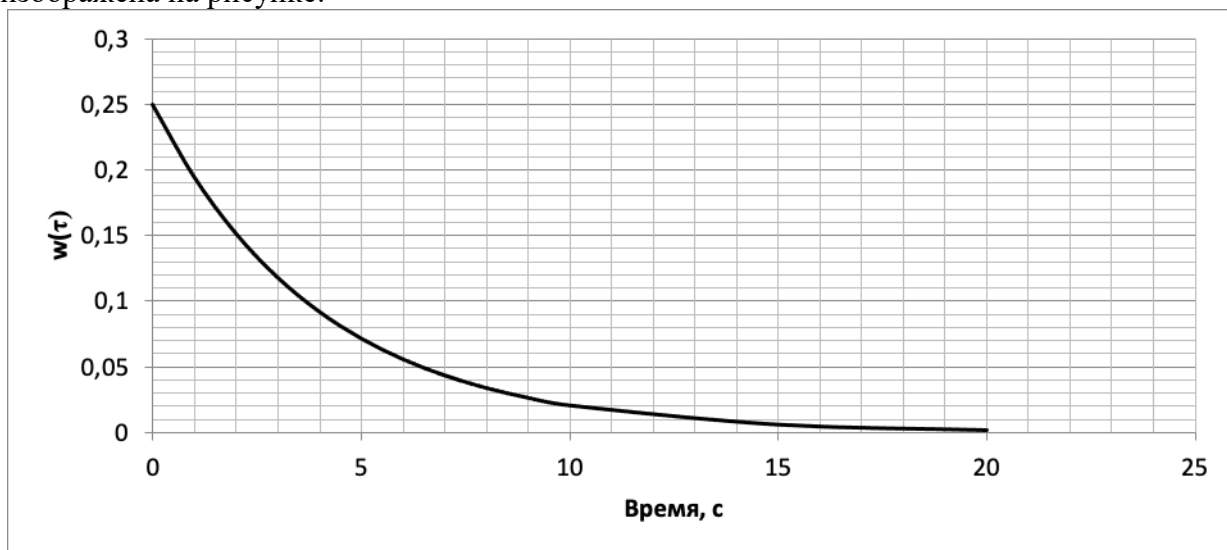
$$3 \frac{dc(\tau)}{d\tau} + c(\tau) = F(\tau - 2)$$

где постоянная времени и время запаздывания даны в минутах.

Определите, как будет меняться концентрация продукта (c), после ступенчатого изменения расхода реагента от 3 кг/мин до 5 кг/мин, если перед этим реактор находился в статическом режиме (c_0 найти из уравнения статики). Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на входное воздействие $x=2\tau \cdot 1(\tau)$ и изобразите его графически.

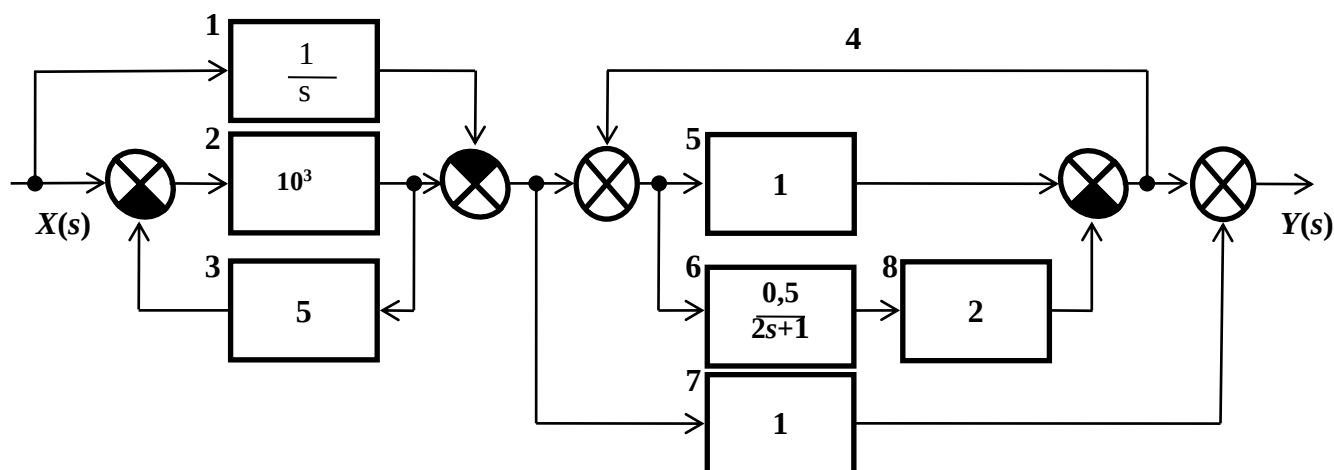
3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{1}{3s}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите отклик звена на входное воздействие $x=3\tau \cdot 1(\tau)$.

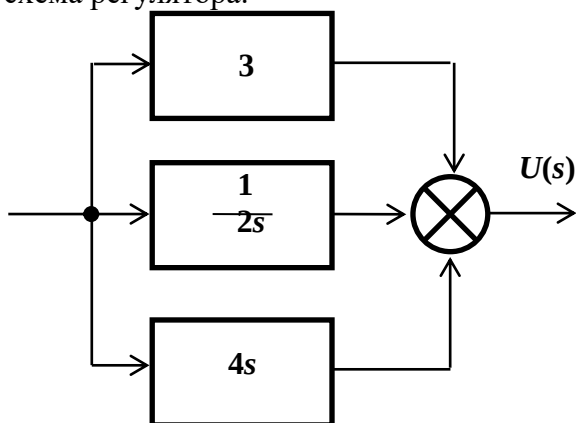
Разделы 1, 2 и 4. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 5 баллов за первый вопрос, 3 балла за второй вопрос, 2 балла за третий вопрос.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.



Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

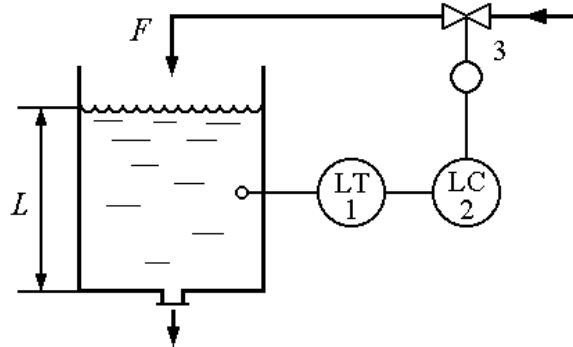
3. Идеальное интегрирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального интегрирующего звена.

Разделы 2 и 4. Пример контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Для напорного бака при небольших изменениях уровня справедлива зависимость, связывающая уровень жидкости в баке и расход на линии притока в бак:

$$2 \frac{dL}{d\tau} + L = 1,6 F,$$

где L , м – уровень жидкости в напорном баке; F , м³/мин – приток жидкости в напорный бак.



Уровень в напорном баке регулируется изменением притока. В систему автоматического регулирования входят: напорный бак, датчик уровня 1, регулятор 2, исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном). Измерительный прибор и исполнительное устройство имеют передаточные функции

$$W_1(s) = \frac{1}{0,1s + 1},$$

$$W_3(s) = \frac{5}{0,5s + 1}.$$

Регулятор 2 формирует пропорциональный закон регулирования.

Постоянная времени в уравнении и передаточных функциях дана в минутах.

- 1) Определите, как будет меняться уровень $L(\tau)$, если в момент, когда напорный бак находился в статическом режиме, а регулятор уровня был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода F на линии притока от 2,0 м³/мин до 2,2 м³/мин.
- 2) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 40%.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Первый вопрос – 10 баллов, второй вопрос – 15 баллов, третий вопрос – 15 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

1. Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.
2. Использование преобразования Лапласа при рассмотрении систем автоматического регулирования (примеры).
3. Передаточные функции. Их получение и использование.
4. Частотная передаточная функция. Применение, примеры.
5. Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
6. Изменение свойств динамического звена с помощью обратной связи (примеры).

7. Получение временных характеристик объекта экспериментально и из его дифференциального уравнения, их использование.
8. Частотные характеристики звеньев.
9. Исследование систем управления с помощью частотных характеристик.
10. Статические звенья нулевого и первого порядка, их характеристики, примеры.
11. Статические звенья второго порядка: уравнение, характеристики, основные свойства.
12. Идеальное интегрирующее звено: уравнение, характеристики, основные свойства.
13. Звено запаздывания: уравнение, характеристики, примеры.
14. Дифференцирующие звенья: уравнение, характеристики, основные свойства.
15. Устойчивость систем автоматического регулирования.
16. Предельное усиление регулятора и обеспечение запаса устойчивости.
17. Определение устойчивости систем автоматического регулирования с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.
18. Определение параметров настройки регулятора с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.
19. Статические, нейтральные и неустойчивые объекты регулирования.
20. Самовыравнивание объектов регулирования: характеристики, примеры.
21. Объекты регулирования с сосредоточенными параметрами и с распределёнными параметрами. Особенности регулирования объектов с распределёнными параметрами.
22. Выбор закона действия регулятора и параметров его настройки в зависимости от свойств объекта регулирования.
23. Влияние свойств объекта регулирования: на выбор структуры системы регулирования; на выбор закона действия регулятора; на качество регулирования.
24. Основные линейные законы регулирования: уравнения, основные свойства, примеры.
25. Классификация и особенности законов регулирования.
26. Пропорциональный закон регулирования: уравнение, основные свойства, характеристики.
27. Пропорциональный и пропорционально-дифференциальный законы регулирования: уравнения, характеристики, основные свойства.
28. Интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
29. Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
30. Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
31. Регулирование с предварением. Пропорционально-дифференциальный и пропорционально-интегрально-дифференциальный законы регулирования.
32. Основные методы измерения: их особенности, достоинства, недостатки, примеры.
33. Компенсационный метод измерения (на примере электрических измерений).
34. Структурная схема измерительной системы (устройства). Функции приборов автоматического контроля.
35. Структурные схемы цифрового измерительного устройства и измерительного канала информационно-измерительной системы.
36. Статические свойства измерительных приборов.
37. Статические и динамические свойства средств измерения и других элементов САР, их влияние на качество регулирования.
38. Переходные характеристики средств измерения.
39. Погрешности измерений.
40. Измерение электрического сопротивления как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
41. Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.

42. Измерительные преобразователи. Структура и надёжность измерительных преобразователей.
43. Классификация приборов для измерения температуры.
44. Погрешности измерения температуры контактным и бесконтактным методами.
45. Термоэлектрические термометры.
46. Термоэлектрические термометры и термометры сопротивления.
47. Измерение температуры с помощью термоэлектрических преобразователей (термопар).
48. Измерение температуры с помощью манометрических термометров и термометров расширения.
49. Измерение температуры бесконтактным методом.
50. Термометры излучения.
51. Основные конструкции приборов для измерения давления. Защита манометров от воздействия агрессивных, горячих и загрязнённых сред.
52. Измерение расхода газов и жидкостей. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
53. Измерение расхода газов и жидкостей. Электромагнитный, ультразвуковой, вихревой и кориолисов расходомеры.
54. Измерение расхода газов и жидкостей на основе тепловых явлений.
55. Объёмные счётчики газа и жидкости.
56. Измерение уровня жидкости. Гидростатические, ёмкостные, ультразвуковые уровнемеры.
57. Термокондуктометрический и термохимический газоанализаторы.
58. Термомагнитный газоанализатор.
59. Газоанализаторы инфракрасного поглощения.
60. Назначение, цели и функции систем управления химико-технологическими процессами.
61. Особенности управления химико-технологическими процессами. Основные типы систем автоматического регулирования.
62. Классификация регуляторов по различным признакам.
63. Классификация систем автоматического управления по различным признакам.
64. Системы автоматического управления без обратной связи и с обратной связью. Комбинированные системы управления.
65. Регулирование без обратной связи (регулирование по возмущающему воздействию).
66. Одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования.
67. Многоконтурные системы автоматического регулирования (системы каскадного и связанного регулирования).
68. Функциональная структура системы автоматического регулирования.
69. Критерии (показатели) качества регулирования.
70. Исполнительные устройства САР.
71. Исполнительные механизмы систем автоматического регулирования.
72. Регулирующие органы САР: конструкция, характеристики, свойства.
73. Классификация и характеристики регулирующих органов САР.
74. SCADA-системы: назначение, основные задачи, возможности.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине **«Системы управления химико-технологическими процессами»** проводится в **8-ом** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из **3** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» заведующий кафедрой ОХТ _____ В.Н. Грунский «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра <i>Общей химической технологии</i>
	22.03.01 <i>Материаловедение и технологии материалов</i>
	Дисциплина: <i>Системы управления химико-технологическими процессами</i>
Билет № 1	
1. Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.	
2. Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.	
3. Функциональная структура системы автоматического регулирования.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 690 с. **(базовый учебник)**

Б. Дополнительная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие для вузов. М: ИКЦ «Академкнига», 2005. 307 с.
2. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: учебник / С. Г. Сажин. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-1644-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211655> (дата обращения: 27.06.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: иллюстративные материалы. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 76 с.
4. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Золотухин С.Е., Сальникова О.Ю., Садиленко А.С. Системы управления химико-технологическими процессами: лабораторный практикум. Ч. 1. Система автоматического регулирования расхода, 2016, 86 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Современные технологии автоматизации» («СТА») ISSN 0206-975X
- Журнал «Автоматизация в промышленности» ISSN 1819-5962
- Журнал «Автоматизация. Современные технологии» ISSN 0869-4931

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 154);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Системы управления химико-технологическими процессами*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, компьютерный зал для проведения лабораторного практикума с 7 рабочими местами, 7 персональными компьютерами и 7 стендами по регулированию и измерению основных технологических параметров (давление, уровень, расход, температура).

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	8	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	8	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Trace Mode 6	ПО находится в	7	бессрочная

		открытом доступе		
4	Microsoft WhiteBoard 3.0	ПО находится в открытом доступе	1	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.	<i>Знает:</i> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – основные виды САУ и законы регулирования; – типовые САУ в химической промышленности; – устойчивость САУ; – основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. <i>Умеет:</i> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – оценивать устойчивость САУ. <i>Владеет:</i> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.	Оценка за контрольную работы № 1 Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен
Раздел 2. Основы теории автоматического управления.	<i>Знает:</i> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – основные виды САУ и законы регулирования; – типовые САУ в химической промышленности;	Оценка за контрольные работы № 1, 2, 3 Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен

	– устойчивость САУ; – основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. <i>Умеет:</i> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – оценивать устойчивость САУ. <i>Владеет:</i> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.	
Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.	<i>Знает:</i> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – типовые САУ в химической промышленности; – методы и средства измерения основных технологических параметров. <i>Умеет:</i> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП. <i>Владеет:</i> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.	Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен

Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.	<i>Знает:</i> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – основные виды САУ и законы регулирования; – типовые САУ в химической промышленности; – методы и средства измерения основных технологических параметров; – устойчивость САУ; – основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. <i>Умеет:</i> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – оценивать устойчивость САУ; – выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП. <i>Владеет:</i> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.	Оценка за контрольные работы № 2, 3 Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Системы управления химико-технологическими процессами»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Форма обучения: *очная*

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Токсикология наноматериалов и основы безопасного
обращения с ними»**

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н. профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии
Н.М. Мурашовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14» мая 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Дисциплина **«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»** относится к вариативной части дисциплин (дисциплины по выбору) учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют подготовку по дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Биологические наноструктуры» и «Введение в специальность».

Цель дисциплины: формирование у студентов понятия о различных аспектах токсического действия биологически активных веществ, а также наночастиц и наноматериалов, механизмах их действия на живые системы и способности к оценке риска при работе с наноматериалами.

Задачи дисциплины:

формирование у обучающихся системных знаний в области токсического действия биологически активных веществ, а также наночастиц и наноматериалов, наночастиц и наноматериалов, понимания механизмов токсического действия наночастиц, их взаимодействия с иммунной системой, возможностей применения наночастиц и наноматериалов для направленного транспорта лекарственных веществ в организме;

выработка на этой основе системного подхода к оценке перспектив и рисков применения наночастиц и наноматериалов, постановке и выполнению научных исследований в области разработки наноматериалов, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

Дисциплина **«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»** преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»** при подготовке бакалавров по направлению подготовки **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	ПК-5.1 Знает основные виды источников научно-технической документации в области наноструктурированных материалов, методы ее поиска и анализа ПК-5.2 Умеет анализировать научно-техническую документацию в области наноструктурированных материалов и применять полученную информацию для разработки новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт

помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	технике безопасности и безопасности жизнедеятельности. - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем;			40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта
– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных	- все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных	ПК-6 Способен эксплуатировать технологическое и аналитическое оборудование, предназначенное для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов, в	ПК-6.1. Знает нормы техники безопасности и требования экологии при эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой

характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; – участие в производстве наноматериалов и наносистем с заданными технологическими и функциональными свойствами, проектировании высокотехнологичных процессов в составе первичного проектно-технологического или исследовательского подразделения; контроль качества выпускаемой продукции.	данных, моделирования процессов синтеза и физико-химических свойств наноматериалов; - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред; - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности.	соответствии с нормами техники безопасности и требованиями экологии	наноструктурированных материалов ПК-6.2. Умеет применять на практике нормы и правила техники безопасности при эксплуатации технологического и аналитического оборудования, предназначенного для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов	продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия токсикологии и нанотоксикологии;
- механизмы действия наиболее распространенных токсичных веществ и антидотов;

- особенности действия наночастиц на живые системы;

Уметь:

- правильно оценивать риск при работе с различными наночастицами и наноматериалами,
- выбирать средства защиты, необходимые при работе с различными наносистемами и наноматериалами;

Владеть:

- информацией о токсичности некоторых видов наночастиц и наноматериалов;
- навыками анализа современной научной литературы в области токсичности наноматериалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,33	48
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Самостоятельная работа (СР):	1,67	60
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		17,8
Подготовка докладов на семинарах	0,25	9
Подготовка реферата	0,5	18
Подготовка к зачету	0,42	15
Вид контроля: зачет	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,33	36
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Самостоятельная работа (СР):	1,67	45
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельная проработка разделов дисциплины		13,35
Подготовка докладов на семинарах	0,25	6,7
Подготовка реферата	0,5	13,5
Подготовка к зачету	0,42	11,3
Вид контроля: зачет	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Основы токсикологии	33	14	7	12
1.1	Введение и основные понятия	10	4	2	4
1.2	Действие токсичных веществ на организм	5	2	1	2
1.3	Детоксикация и антидоты	13	6	3	4
1.4	Примеры токсического действия веществ	5	2	1	2
2	Раздел 2. Нанотоксикология	40	18	7	15
2.1	Понятие и задачи нанотоксикологии	18	8	3	7
2.2	Примеры токсического действия наночастиц	22	10	4	8
	Подготовка и защита рефератов	20	-	2	18
	Подготовка к зачету	15	-	-	15
	Форма контроля - зачет				
	Всего часов	108	32	16	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы токсикологии

1.1. Введение и основные понятия. Определение токсикологии, разделы токсикологии. История токсикологии. Понятие о вредном веществе. Токсичность и опасность вещества. Понятие дозы. Кривые «доза-эффект». Виды токсических доз и концентраций. Порог вредного действия. Понятие ПДК. Толерантность. Понятие гомеостаза. Классификация отравлений. Острое и хроническое отравление. Отдаленные последствия.

1.2. Действие токсичных веществ на организм. Основные пути поступления токсичных веществ в организм. Классификация токсичных веществ по действию на организм, по избирательной токсичности. Эффекты при повторном введении. Комбинированная токсичность. Молекулярные механизмы действия токсичных веществ. Агонисты и антагонисты рецепторов. Примеры токсикантов-агонистов и антагонистов, их мишени и эффекты.

1.3. Детоксикация и антидоты. Периоды отравления. Общие принципы лечения отравлений. Стимуляция естественной детоксикации. Искусственная детоксикация организма. Применение антидотов. Классификация антидотов и примеры.

1.4. Примеры токсического действия веществ. Токсическое действие некоторых веществ неорганического происхождения: монооксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, кислоты и щелочи, фтор, мышьяк, тяжелые металлы. Токсическое действие некоторых органических веществ: одноатомные спирты и гликоли, ацетон, фосфорорганические пестициды, кофеин, никотин. Токсины бледной поганки и мухомора. Токсины змей и скорпионов.

Раздел 2. Нанотоксикология

2.1. Понятие и задачи нанотоксикологии. История нанотоксикологии. Примеры острого и хронического действия высокодисперсной пыли. Обзор Гюнтера Обердорстера «Нанотоксикология: новая дисциплина, возникающая из изучения частиц сверхмалого

размера». Распределение частиц при ингаляции. Влияние размера и формы наночастиц – примеры. Особенности действия частиц в наноразмерном состоянии. Органы-мишени для наночастиц. Оценка риска при воздействии наноматериалов. Ограничения на использование наноматериалов. Методы оценки безопасности наноматериалов. Средства защиты при работе с наноматериалами.

6. Примеры токсического действия наночастиц. Токсическое действие наночастиц металлов, углеродных наночастиц, оксидных наночастиц, полимерных наночастиц.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
Знать:		
- основные понятия токсикологии и нанотоксикологии;	+	+
- механизмы действия наиболее распространенных токсичных веществ и антидотов;	+	-
- особенности действия наночастиц на живые системы	-	+
Уметь:		
- правильно оценивать риск при работе с различными наночастицами и наноматериалами,	+	+
- выбирать средства защиты, необходимые при работе с различными наносистемами и наноматериалами	+	+
Владеть:		
- информацией о токсичности некоторых видов наночастиц и наноматериалов	-	+
- навыками анализа современной научной литературы в области токсичности наноматериалов	+	+
Код и наименование ПК		
ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработке новых и совершенствованию действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	+	+
ПК-6 Способен эксплуатировать технологическое и аналитическое оборудование, предназначенное для анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных материалов, в соответствии с нормами техники безопасности и требованиями экологии	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме в объеме 16 акад. часов (0,44 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Введение и основные понятия токсикологии.	2
2	1.2.	Действие токсичных веществ на организм.	1
3	1.3.	Детоксикация и антидоты.	3
4	1.4.	Примеры токсического действия веществ.	1
5	2.1.	Понятие и задачи нанотоксикологии.	3
6	2.2.	Примеры токсического действия наночастиц.	4
9	Реферат	Защита подготовленных рефератов по анализу научной информации (статей и патентов) по токсическому действию наночастиц и наноматериалов.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»* не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины *«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»* предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 60 акад. часов (1,67 зач. ед.), в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины 18 акад. часов, подготовка докладов на семинарах в объеме 9 акад. часов, подготовка реферата 18 часов и подготовка к зачету 15 акад. часов.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку докладов к практическим занятиям по предложенным темам (список тем приведен в разделе 8);
- подготовку к контрольным работам;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- подготовку реферата по анализу научной информации (статей и патентов) по разработке и применению наноматериалов для направленного транспорта лекарственных веществ;
- подготовку к сдаче зачета.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

На практических занятиях предусмотрено 4 обязательных доклада. Максимальная оценка за один доклад составляет 5 баллов, всего за доклады предусмотрено 20 баллов.

Изучение дисциплины заканчивается подготовкой и защитой рефератов.

Подготовка и защита реферата

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (научной статьи) по изучению токсичности наночастиц или наноматериалов. Анализируется актуальность работы, описанной в статье,

перспективность направления, достоинства, недостатки, практическая значимость и возможность внедрения. Максимальная оценка за реферат – 20 баллов. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

Рекомендуется брать статьи из следующих научных журналов:

1. «Российские нанотехнологии
2. «Нанотехнологии и охрана здоровья»
3. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine
4. Nanotoxicology

а также пользоваться научной электронной библиотекой издательства Elsevier на платформе ScienceDirect.

Примерные темы докладов

Раздел 1. Основы токсикологии

1. Методы анализа в токсикологии, связь с криминалистикой.
2. Вопросы биоэтики при исследовании токсичности веществ
3. Крупнейшие аварии на химических заводах (Лав-Кэнэл (США), Севезо (Италия), Бхопал (Индия) и др.)
4. Примеры гомеостаза у млекопитающих. Регуляция количества солей и воды в теле — осморегуляция. Регуляция температуры тела. Регуляция уровня глюкозы в крови. Другие примеры.
5. Примеры канцерогенного и мутагенного действия токсичных веществ.
6. Нервнопаралитическое действие на примере стрихнина. Указать молекулярный механизм. Антидоты при отравлении стрихнином.
7. Действие морфина. Указать молекулярный механизм. Как и почему возникает зависимость, есть ли врожденная склонность к наркотикам?
8. Примеры материальной и функциональной кумуляции при действии на организм и экосистемы.
9. Примеры комбинированного действия ядов. Показать разные эффекты (аддитивность, синергизм, антагонизм).
10. Диализные методы детоксикации. Мембраны для диализа как наноматериалы.
11. Сорбционные методы детоксикации. Современные сорбентные препараты как наноматериалы.
12. Отравления при инъекционном пути поступления - укусы змей: кобры, гадюки, гремучей змеи и др. Указать основные токсиканты, молекулярный механизм и антидоты. Симптомы и первая помощь.
13. Отравления при пероральном пути поступления — отравления ядовитыми грибами: бледной поганкой, мухомором, ложными опятами и др. Указать основные токсиканты, молекулярный механизм и антидоты. Симптомы и первая помощь.
14. Отравления ядовитыми растениями - аконит, белена, белладонна (красавка), дурман, вех ядовитый (цикута). Указать основные токсиканты, молекулярный механизм и антидоты. Симптомы и первая помощь. Применение в медицине.

15. Отравление кофеином и другими психостимуляторами, механизм действия, развитие привыкания и зависимости, помощь при остром отравлении
16. Отравление оксидами азота и серы – симптомы, механизм действия, экологические последствия выбросов.
17. Отравление мышьяком и ртутью – указать симптомы, молекулярный механизм отравления и методы детоксикации
18. Отравление этанолом и ацетоном - указать симптомы, молекулярный механизм отравления и методы детоксикации

Раздел 2. Нанотоксикология

1. Анализ статьи Обердорстера (*Oberdörster G., Oberdörster E., Oberdörster J.* Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles // *Environ. Health. Perspect.* — 2005. — Vol. 113. — P. 823–839.)
2. Действие наночастиц на растения (одноклеточные и многоклеточные)
3. Токсичность углеродных нанотрубок
4. Действие наночастиц на репродуктивные функции животных
5. Действие наночастиц на гидробионтов
6. Анализ МР 1.2.2522-09 Выявление наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. Методические рекомендации. Утверждены 01 июля 2009 г.
7. Анализ МР 1.2.2566-09. Оценка безопасности наноматериалов *in vitro* и в модельных системах *in vivo*. Методические рекомендации. Утверждены 10 декабря 2009 г.
8. Анализ МР 1.2.2639-10. Использование методов количественного определения наноматериалов на предприятиях наноиндустрии. Методические рекомендации. Утверждены 24 мая 2010 г.
9. Анализ МР 1.2.0054-11 Порядок и методы оценки воздействия искусственных наночастиц и наноматериалов на токсическое действие химических веществ. Методические рекомендации. Утверждены 29 декабря 2011 г.
10. Анализ МР 1.2.0052-11. Оценка воздействия наноматериалов на функцию иммунитета. Методические рекомендации. Утверждены 29 декабря 2011 г.
11. Анализ МУ 1.2.2520-09. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов. Методические указания. Утверждены 05 июня 2009 г.
12. Анализ МУ 1.2.2635-10. Медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов. Методические указания. Утверждены 24 мая 2010 г.
13. Применение наночастиц TiO_2 , ZnO и SiO_2 в промышленности и в косметике.
14. Фотокаталитическое действие наночастиц TiO_2 . Применение в строительстве и для очистки воздуха.
15. Производство и перспективы применения углеродных нанотрубок, возможные пути их поступления в организм людей и в биосферу.
16. Водорастворимые производные фуллеренов – проникновение через биологические барьеры, ингибирование ферментов, антиоксидантные свойства
17. Воздействие наночастиц на ДНК.
18. Польза и опасность солнцезащитной косметики с наночастицами
19. Примеры воспалительных реакций под действием наночастиц металлов
20. Токсическое действие и возможности медицинского применения наночастиц металлов (кроме серебра)
21. Токсическое действие и возможности медицинского применения наночастиц оксидов металлов
22. Токсическое действие и возможности медицинского применения углеродных наночастиц

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу) и итоговая контрольная работа по всему материалу изучаемой дисциплины. Контрольные работы пишутся в форме тестового задания. Тестовые задания состоят из вопросов с несколькими вариантами ответов.

Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 20 баллов за каждую. Всего за две контрольные работы – 40 баллов. Максимальная оценка за итоговую контрольную работу составляет 20 баллов

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 20 вопросов, по 1,0 балла за вопрос.

1) Токсичность - это

1 – минимальная доза, при которой проявляется отравление, 2 – мера опасности вещества для человека, 3 – передозировка вещества, 4 – мера несовместимости вещества с жизнью

2) DL₅₀ - это

1 – средняя смертельная концентрация, 2 – средняя смертельная доза, 3 – средняя эффективная доза, 4 – минимальная токсическая доза.

3) Гомеостаз - это способность биологического объекта

1 – к сохранению постоянства внутренней среды организма и устойчивости основных физиологических функций при изменении условий окружающей среды, 2 – к изменению внутренней среды организма и основных физиологических функций при изменении условий окружающей среды, 3 – к сохранению постоянства внутренней среды организма и устойчивости основных физиологических функций при постоянных условиях окружающей среды, 4 – к массо- и теплообмену с окружающей средой при любых условиях окружающей среды.

4) Транквилизаторы и снотворные лекарственные средства обладают

1 – кардиотоксическим действием, 2 – нейротоксическим действием, 3 – гематотоксическим действием, 4 – нефротоксическим действием

5) При гепатотоксическом действии яда преимущественно повреждается

1 – печень, 2 – почки, 3 – центральная нервная система, 4 – сердечно-сосудистая система.

6) При функциональной кумуляции происходит:

1 – накопление вредного вещества в организме при повторных воздействиях, 2 – нарастание изменений в организме, вызванное повторным воздействием веществ, 3 – приспособление организма к действию вредных веществ, 4 – разрушение печени.

7) При комбинированном действии токсикантов

1 – эффект равен сумме эффектов отдельных веществ, 2 – эффект сильнее, чем сумма эффектов отдельных веществ, 3 – эффект слабее, чем сумма эффектов отдельных веществ, 4 – возможны все три указанных выше варианта

8) Способность вещества связываться с данным рецептором, в результате чего происходит образование комплекса «вещество – рецептор», называется:

1 – аффинитет; 2 – внутренняя активность; 3 – энергия связи; 4 – молекулярная токсичность

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 20 вопросов, по 1,0 балла за вопрос.

1) Способность живых организмов к аккумуляции наночастиц обусловлена тем, что
1 – наночастицы выводят из строя печень, 2 – наночастицы хорошо растворимы в липидах, 3 – наночастицы не опознаются защитными системами организма, очень медленно растворяются и медленно выводятся, 4 – наночастицы обладают повышенной каталитической активностью

2) Годом рождения нанотоксикологии считают:
1 – 1985, 2 – 2000, 3 – 2005, 4 – 2010

3) По данным Обердорстера, частицы диаметром в 20 нм наиболее эффективно оседают:
1 - в гортани, 2 - в трахее, 3 - в бронхах, 4 - в альвеолах

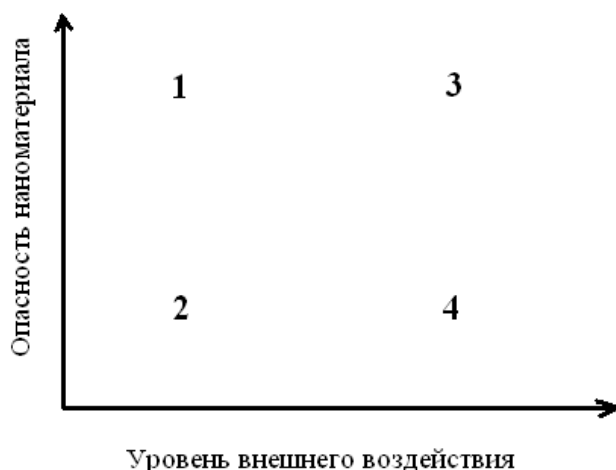
4) Чувствительность к действию ионов, нано- и микрочастиц меди возрастает в ряду (т.е. от менее к более чувствительному):
1 - растения - животные – микроорганизмы; 2 - микроорганизмы - растения – животные; 3 – чувствительность одинакова

5) Нормативные документы (например, методические указания Роспотребнадзора) по оценке воздействия наночастиц и наноматериалов и их безопасности в России были разработаны и утверждены:
1 - в 1980-1990 годы, 2 – в 1990-1995 годы, 3 – в 2000-2005 годы, 4 - в 2008-2012 годы.

6) Из углеродных структур наиболее опасными для организма являются
1 – углеродные нанотрубки, 2 – сажа, 3 – нанодIAMазы, 4 – графит

7) Наночастицы химически инертных полимеров, например фторопласта:
1 – не токсичны и не обладают каталитическим действием; 2 – обладают фотокаталитическим действием; 3 – токсичны в определенной дозе; 4 – токсичны в любой дозе.

8) На схеме оценки риска при воздействии наноматериалов укажите область сочетания параметров опасности наноматериала и уровня его внешнего воздействия на человека, в которой применение наноматериалов приводит к недопустимо высокому риску.



Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде теста содержит 20 вопросов, по 1,0 балла за вопрос.

Вопрос 1. Токсичность - это

1 – минимальная доза, при которой проявляется отравление, 2 – мера опасности вещества для человека, 3 – передозировка вещества, 4 – мера несовместимости вещества с жизнью

Вопрос 2. Нанотоксикология - это

1 – изучение токсического действия наночастиц на человека, 2 – изучение токсичности наноматериалов, 3 – изучение механизмов действия наночастиц, 4 – применение наночастиц для детоксикации.

Вопрос 3. Патологическое состояние, вызванное общим действием на организм токсических веществ - это

1 – летальная доза, 2 – непереносимость, 3 – похмелье, 4 – интоксикация.

Вопрос 4. Острое воздействие

1 – развивается при длительном, часто прерывистом поступлении ядов в малых дозах, 2 – как правило, бывает однократным, длится менее 24 часов, 3 – длится от 0,5 до 100 часов, 4 – часто бывает смертельным.

Вопрос 5. Транквилизаторы и снотворные лекарственные средства обладают

1 – кардиотоксическим действием, 2 – нейротоксическим действием, 3 – гематотоксическим действием, 4 – нефротоксическим действием.

Вопрос 6. Токсикогенный период отравлений

1 – концентрация токсиканта в организме возрастает, но симптомы отравления отсутствуют, 2 – начинается с первыми клиническими признаками отравления и заканчивается после окончательной элиминации яда из организма, 3 – наблюдаются повреждения органов уже после элиминации яда, 4 – развивается после введения антидота.

Вопрос 7. Гемодиализ относится к методам

1 – естественной детоксикации, 2 – искусственной детоксикации, 3 – сорбции, 4 – форсированного диуреза

Вопрос 8. Годом рождения нанотоксикологии считают:

1 – 1995, 2 – 2005, 3 – 2010, 4 – 1975

Вопрос 9. По данным Обердорстера, частицы диаметром в 20 нм наиболее эффективно оседают:

1 - в гортани, 2 - в бронхах, 3 - в альвеолах, 4 - в эритроцитах

Вопрос 10. Из углеродных структур наиболее опасными для организма являются

1 – углеродные нанотрубки, 2 – сажа, 3 – наноалмазы, 4 – бриллианты

Вопрос 11. Литейная лихорадка обусловлена:

1 – действием наночастиц оксида меди; 2 – вдыханием высокодисперсной угольной пыли; 3 – действием высокодисперсной пыли и паров металлов; 4 – действием наночастиц лития

Вопрос 12. Наночастицы химически инертных полимеров, например фторопласта:

1 – не токсичны и не обладают каталитическим действием; 2 – обладают фотокаталитическим действием; 3 – токсичны в определенной дозе.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Токсикологическая химия. Аналитическая токсикология : учебник / ред.: Р. У. Хабриев, Н. И. Калетина. - М. : "Геотар-Медиа", 2010. - 747 с.

2. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.

Б. Дополнительная литература

1. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.

2. Мурашова Н.М. Биологические наноструктуры. (учебное пособие) М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010 – 152 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Нанотехнологии и охрана здоровья», ISSN 2076-4804
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine (<https://www.journals.elsevier.com/nanomedicine-nanotechnology-biology-and-medicine>)
5. Журнал Nanotoxicology (<http://www.tandfonline.com/toc/inan20/current>)
6. Журнал Journal of Biomedical Nanotechnology (<http://www.aspbs.com/JBN>)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека www.sciencedirect.com.
2. База данных Роспатента www.fips.ru
3. Патентная база данных <http://ep.espacenet.com>
4. База данных научных статей <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации к лекциям – 8, (общее число слайдов – более 100);
- раздаточный материал по лекциям
- набор тем докладов на семинарах, общее число тем – более 40
- банк тестовых заданий для контрольных работ
- банк тестовых заданий для итоговой контрольной работы (общее число вопросов – не менее 80).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов»);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;
- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+&EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);
- Положение об организации и использовании электронного обучения и

дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 30.05.2023);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в магистратуре направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина *«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»* включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Практическое освоение учебного материала на семинарах проводится в форме подготовки докладов по выбранным из списка темам. Рекомендуется готовить доклады в форме компьютерных презентаций. Продолжительность доклада – 5-10 мин.

Совокупная оценка работы студента бакалавриата в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), за доклады на семинарах (максимальная оценка 20 баллов), за защиту реферата (максимальная оценка

20 баллов) и за итоговую контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контрольные работы проводятся в виде тестовых заданий.

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (научной статьи) по изучению токсичности наночастиц или наноматериалов. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина *«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»* изучается в 6 семестре бакалавриата в качестве дисциплины по выбору студента.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Токсикология наноматериалов и основы безопасного обращения с ними»*, является формирование у студентов компетенций в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем, в том числе в области исследования токсичности биологически активных

веществ, а также наночастиц и наноматериалов. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Для более полной и глубокой проработки материала дисциплины, в том числе на конкретных примерах, предусмотрено проведение практических занятий в форме докладов обучающихся по выбранным из списка темам. Подготовка докладов направлена на повышение интереса к изучаемой дисциплине, она стимулирует обучающихся к самостоятельной творческой работе по изучаемой тематике. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г составляет 1 708 372 экз. изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Токсикология и нанотоксикология»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам курса; распечатки слайдов презентаций, примеры рефератов.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки, размещенные на сайте кафедры наноматериалов и нанотехнологии (<http://nano.muctr.ru> дата обращения 15.05.2019).

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams		продукта)		
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы токсикологии	<i>Знает:</i> - основные понятия токсикологии и нанотоксикологии; - механизмы действия наиболее распространенных токсичных веществ и антидотов; <i>Умеет:</i> - правильно оценивать риск при работе с различными наночастицами и наноматериалами, - выбирать средства защиты, необходимые при работе с различными наносистемами и наноматериалами; <i>Владеет:</i> - навыками анализа современной научной литературы в области токсичности наноматериалов;	Оценка за доклады. Оценка за первую контрольную работу Оценка за защиту реферата Оценка за итоговую контрольную работу.
Раздел 2. Нанотоксикология	<i>Знает:</i> - основные понятия токсикологии и	Оценка за доклады на семинарах.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	нанотоксикологии; - особенности действия наночастиц на живые системы <i>Умеет:</i> - правильно оценивать риск при работе с различными наночастицами и наноматериалами; - выбирать средства защиты, необходимые при работе с различными наносистемами и наноматериалами. <i>Владеет:</i> - информацией о токсичности некоторых видов наночастиц и наноматериалов; - навыками анализа современной научной литературы в области токсичности наноматериалов;	Оценка за вторую контрольную работу Оценка за защиту реферата Оценка за итоговую контрольную работу.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки - «Материаловедение и технологии наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена заведующим кафедрой физики В. В. Горевым и старшими преподавателями кафедры Н.А. Богатовым, А.С. Савиной.

Программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры физики РХТУ им. Д.И. Менделеева «14» мая 2025 г., протокол № 8.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (ФГОС ВО), накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой физики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение двух семестров.

Дисциплина «Физика» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в рамках школьной программы по физике и математике.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

Задачи дисциплины - решения которых обеспечивает достижение цели, - формирование представлений об основных физических законах природы и методах теоретических исследований различных физических явлений, а также получение представления о современных экспериментальных методах исследования.

Дисциплина «Физика» преподается во втором и третьем семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и	ОПК-1.1 Обладает систематическими знаниями в области математического анализа, моделирования, естественных наук и общепрофессиональных дисциплин.
		ОПК-1.2 Умеет решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общепрофессиональные знания.

	общеинженерные знания	ОПК-1.3 Владеет методами решения профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
	ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК-4.1 Знает основы метрологии и математической статистики
		ОПК-4.2 Умеет систематизировать и анализировать результаты физических и химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
		ОПК-4.3 Умеет составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами.
		ОПК-4.4 Владеет навыками формирования демонстрационного материала и представления результатов своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений; методы обработки результатов физического эксперимента.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий

Владеть:

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	2	72	4	144	4	144	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	6,22	224	0,89	32	2,22	80	2,22	80	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лекции	2,64	96	0,44	16	0,88	32	0,88	32	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	2,64	96	0,44	16	0,88	32	0,88	32	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	32	-	-	0,44	16	0,44	16	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,03	73	0,11	4	0,78	28	0,78	28	0,36	13
Контактная самостоятельная работа	2,03	-	0,11	-	0,78		0,78		0,36	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73		4						
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Экзамен	3,75	135	1	36	1	36	1	36	0,75	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	3,75	-	1	-	1	-	1	-	0,75	-
Подготовка к экзамену.		135		36		36		36		27
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен		Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	2	54	4	108	4	108	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	6,22	168	0,89	24	2,22	60	2,22	60	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лекции	2,64	72	0,44	12	0,88	24	0,88	24	0,44	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	2,64	72	0,44	12	0,88	24	0,88	24	0,44	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	24	-	-	0,44	12	0,44	12	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,03	54,75	0,11	3	0,78	21	0,78	21	0,36	9,75
Контактная самостоятельная работа	2,03	-	0,11	-	0,78		0,78		0,36	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		54,75		3						
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Экзамен	3,75	101,25	1	27	1	27	1	27	0,75	20,25
Контактная работа – промежуточная аттестация	3,75	-	1	-	1	-	1	-	0,75	-
Подготовка к экзамену.		101,25		27		27		27		20,25
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен		Экзамен		Экзамен	

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лек- ции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. рабо- ты	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. рабо- та
	1 семестр									
1	Раздел 1. Введение в механику.	18	-	8	-	8	-	-	-	2
1.1	Кинематика: основные понятия. Проекция векторов.	5	-	2	-	2	-	-	-	1
1.2	Основные законы механики: законы Ньютона, законы сохранения импульса и энергии.	4	-	2	-	2	-	-	-	-
1.3	Работа, энергия, мощность: простейшие задачи.	4	-	2	-	2	-	-	-	-
1.4	Колебания и волны: основные характеристики колебательного движения.	5	-	2	-	2	-	-	-	1
2	Раздел 2. Введение в термодинамику и молекулярно- кинетическую теорию (МКТ).	18	-	8	-	8	-	-	-	2
2.1	Основные положения МКТ	8,5	-	4	-	4	-	-	-	0,5
2.2	Термодинамика: законы и их приложения.	4,5	-	2	-	2	-	-	-	0,5
2.3	Циклы, КПД, решение задачи по первому началу термодинамики	5	-	2	-	2	-	-	-	1
	2 семестр									
3	Раздел 3. Физические основы механики.	54	-	16	-	16	-	8	-	14

3.1	Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.	12	-	4	-	4	-	2	-	2
3.2	Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
3.3	Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
3.4	Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
4	Раздел 4. Основы молекулярной физики.	40	-	12	-	12	-	6	-	10
4.1	Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
4.2	Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.	14	-	4	-	4	-	2	-	4

4.3	Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.	12	-	4	-	4	-	2	-	2
5	Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток	14	-	4	-	4	-	2	-	4
5.1	Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
	3 семестр									
6	Раздел 6. Электромагнетизм.	28	-	8	-	8	-	4	-	8
6.1	Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца	14	-	4	-	4	-	2	-	4
6.2	Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
7	Раздел 7. Оптика.	42	-	12	-	12	-	6	-	12
7.1	Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
7.2	Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
7.3	Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору	14	-	4	-	4	-	2	-	4
8	Раздел 8. Элементы квантовой физики	38	-	12	-	12	-	6	-	8
8.1	Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.	12	-	4	-	4	-	2	-	2

8.2	Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.	12	-	4	-	4	-	2	-	2
8.3	Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц.	14	-	4	-	4	-	2	-	4
	4 семестр									
9	Раздел 9. Элементы квантовой статистики.	20	-	8	-	8	-	-	-	4
9.1	Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.	10	-	4	-	4	-	-	-	2
9.2	Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).	10	-	4	-	4	-	-	-	2
10	Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.	10	-	4	-	4	-	-	-	2

10.1	Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.	10	-	4	-	4	-	-	-	2
11	Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.	15	-	4	-	4	-	-	-	7
11.1	Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.	7	-	2	-	2	-	-	-	3
11.2	Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.	4	-	1	-	1	-	-	-	2
11.3	Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).	4	-	1	-	1	-	-	-	2
	ИТОГО	297								
	Экзамены	135								
	ИТОГО	432								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 1.

Раздел 1. Введение в механику.

1.1. Роль курса «Физика» в учебном процессе химико- технологического ВУЗа. Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.

1.2. Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.

1.3. Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.

1.4. Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.

Раздел 2. Введение в молекулярную физику и термодинамику.

2.1. Основы МКТ (молекулярно-кинетической теории). Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.

2.2. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.

2.3. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.

2.4. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

Семестр 2.

Раздел 3. Физические основы механики.

3.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

3.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

3.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

3.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

Раздел 4. Основы молекулярной физики.

4.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

4.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

4.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток.

5.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле

Семестр 3.

Раздел 6. Электромагнетизм.

6.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

6.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

Раздел 7. Оптика.

7.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

7.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

7.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

Раздел 8. Элементы квантовой физики.

8.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

8.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

Семестр 4.

Раздел 9. Элементы квантовой статистики.

9.1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.

9.2. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).

Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.

10.1. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.

Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.

11.1. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.

11.2. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.

11.3. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Знать:											
1	- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	- методы обработки результатов физического эксперимента.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:											
5	- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

9	- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Владеть:												
10	- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>												
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК										
12	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать	ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1 Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
		1 СЕМЕСТР	
1-2	1	Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.	4
3-4	1	Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.	4
5-6	1	Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.	4
7-8	1	Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.	4
9-10	2	Основы МКТ. Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.	4
11-12	2	Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.	4
13-14	2	Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.	4
15-16	2	Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.	4
		2 СЕМЕСТР	
17-19	3	Некоторые сведения о системах единиц. Порядок решения	6

		физических задач. Кинематика. Векторная и координатная формы описания движения материальной точки. Кинематические уравнения движения. Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематические характеристики вращательного движения.	
20-22	3	Динамика. Второй закон Ньютона. Движение тела под действием временной силы. Движение тела переменной массы. Закон сохранения импульса. Неупругое и упругое столкновение шаров. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Силы трения. Работа постоянной и переменной силы. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии в механике.	6
23-26	3	Динамика вращательного движения. Основной закон динамики вращательного движения. Момент инерции. Теорема Штейнера. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.	8
27-28	3	Кинематика гармонических колебаний. Динамика гармонических колебаний. Физический маятник. Затухающие и вынужденные колебания.	4
29-30	4	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для идеального газа. Распределения Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла.	4
31-34	4	Первое начало термодинамики и применение его к изопроцессам. Теплоемкость идеального газа. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.	8
35-36	4	Явление переноса. Диффузия. Теплопроводность. Вязкость. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Идеальная жидкость. Уравнение неразрывности. Закон Бернулли. Формула Торричелли.	4
37-40	5	Взаимодействие точечных зарядов. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Связь потенциала с напряженностью. Теорема Остроградского-Гаусса и применение ее к расчету электрических полей, обладающих симметрией.	8
		3 СЕМЕСТР	
41-42	6	Магнитное поле и его характеристики. Применение закона Био-Савара-Лапласа и теоремы о циркуляции к расчету магнитных полей.	4
43-44	6	Закон Ампера. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле.	4
45-46	6	Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.	4
47-48	6	Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.	4
49	7	Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Интерферометры.	2
50	7	Дифракция света. Метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера от одной щели. Дифракционная решетка.	2
51	7	Поляризация света. Закон Брюстера. Закон Малюса.	2
52	7	Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного	2

		тела.	
53	7	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Тормозное излучение. Атом водорода по Бору. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей.	2
		4 СЕМЕСТР	
54-58	8	Микрочастица в бесконечно глубокой, прямоугольной потенциальной яме. Потенциальная ступень. Потенциальный барьер.	10
59-64	8	Многоэлектронный атом. Векторная модель атома. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Опыты Штерна-Герлаха.	12
65-70	9	Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.	12
71-76	9	Квантовая теория теплоемкости твердых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы. Элементы ядерной физики. Дозиметрия.	12
77-78	10	Квантовый гармонический и ангармонический осциллятор.	4
79-80	10	Строение атома. Атом водорода: расчёт распределение плотности вероятности электрона в атоме. Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.	4
81-84	11	Квантовая теория теплоёмкостей твёрдых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы.	8
85-88	11	Геометрическая кристаллография. Основы кристаллохимии.	8
89-90	11	Вычисление коэффициента заполнения для а) простой куб ячейки; б) для ОЦК ячейки. Вычисление коэффициента заполнения ГЦК ячейки структуры алмаза.	4
91-92	11	Расчёт размеров пустот в плотноупакованных структурах. Расчёт энергии ионного кристалла (пример структура NaCl).	4
93-94	11	Расчет радиуса шара для случая плотноупакованной структуры, который можно поместить в тетраэдрическую пустоту.	4
95-96	11	Исследование, каким образом рассчитывается энергия решётки кристалла NaCl для NA пар ионов.	4

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Физика», а также дает знания о методиках проведения экспериментальных исследовательских работ и их анализе, а также осуществления расчета статистических характеристик с целью определения погрешностей проведенных экспериментов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 16 баллов (максимально – 4 балла за первую работу и по 2 балла за каждую следующую работу, в семестре всего 7 работ). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и модули, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	3	Определение времени соударения шаров и величины коэффициентов восстановления скорости и энергии.	4
2	3	Проверка закона сохранения импульса при упругом и неупругом ударе двух шаров.	4
3	3	Определение момента инерции тела, движущегося по наклонной плоскости.	4
4	3	Изучение динамики вращательного движения. Маятник Обербека.	4
5	3	Определение ускорения свободного падения с помощью обратного маятника.	4
6	3	Определение линейных размеров объёма, массы, плотности тела.	4
7	3	Проверка основного закона динамики вращательного движения твёрдого тела.	4
8	3	Измерение механики косо́го и прямо́го удара (компьютерная модель).	4
9	3	Маятник Максвелла. (реальная модель)	4
10	3	Маятник Максвелла. (компьютерная модель).	4
11	3	Физический маятник.	4
12	3	Метод крутильных колебаний.	4
13	4	Построение функции распределения случайной величины по результатам эксперимента.	4
14	4	Определение показателя адиабаты методом измерения скорости звука (компьютерная модель).	4
15	4	Изучение вязкости среды.	4
16	4	Измерение коэффициента вязкости воздуха (компьютерная модель).	4
17	4	Измерение коэффициента вязкости воздуха и эффективного диаметра молекулы газа капиллярным способом.	4
18	4	Определение вязкости жидкости методом Стокса.	4
19	5	Исследование электростатического поля методом электролитической ванны.	4
20	5	Определение ёмкости конденсатора методом баллистического гальванометра.	4
21	5	Исследование электростатического поля точечных зарядов.	4
22	5	Исследование электростатического поля.	4
23	5	Электрическое поле точечных зарядов.	4
24	5	Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме.	4
25	6	Магнитное поле Земли.	4
26	5; 6	Удельное заряд электрона. Магнитная фокусировка.	4

27	6	Магнитное поле.	4
28	7	Интерференция света. Опыт Юнга.	4
29	7	Дифракция света на одиночной щели и дифракционной решётке.	4
30	7	Опыт Юнга.	4
31	7	Опыт Ньютона.	4
32	8	Изучение законов теплового излучения. Яркостный пирометр.	4
33	8	Фотоэффект.	4
34	8	Внешний фотоэффект	4

7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета (1 семестр), экзамена (2, 3 и 4 семестр) и лабораторного практикума (2 и 3 семестр) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов в 1 семестре, по 30 баллов во 2 и 3 семестре, 40 баллов в 4 семестре), лабораторного практикума (максимальная оценка 16 баллов во 2 и 3 семестре) и итогового контроля в форме экзамена в 2, 3 и 4 семестрах (максимальная оценка 40 баллов). *При форме контроля в форме зачета (1 семестр) все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 9 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольную работу 1 и 2 (1 семестр) составляет по 30 баллов. Максимальная оценка за контрольные работы 3 и 4 (2 семестр) составляет 30 баллов, по 15 баллов за каждую работу, за контрольные работы 5, 6 и 7 (3 семестр) предусмотрено 30 баллов, по 10 баллов за каждую работу. Контрольные 8 и 9 (4 семестр) оцениваются в 20 баллов каждая.

Раздел 1. Примеры заданий к контрольной работе № 1 (семестр 1). Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

Вопрос 1.1.

1. Определите среднюю плотность материала, из которого выполнен ареометр, если в воде он погружен ровно на половину своего объема. Плотность воды принять за 1000 кг/м^3 .
2. Определите среднюю плотность материала, из которого выполнен ареометр, если в соляной кислоте он погружен ровно на $2/3$ своего объема. Плотность воды принять за 1200 кг/м^3 .
3. Определите давление, которое оказывает на оливу столб титровального раствора если его плотность 1100 кг/м^3 , площадь поперечного сечения бюретки 10 мм^2 , а высота раствора в бюретке 10 см , ускорение свободного падения принять за 10 м/с^2 .
4. Определите давление, которое оказывает на оливу столб титровального раствора если его плотность 1200 кг/м^3 , площадь поперечного сечения бюретки 20 мм^2 , а высота раствора в бюретке 15 см , ускорение свободного падения принять за 10 м/с^2 .
5. Однородный стержень массой $0,1 \text{ кг}$ может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O , расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с , его масса 2 г . Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
6. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг , закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстоящую от его верхнего конца на одну четверть. Шарик можно считать материальными точками.
7. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг , масса диска 2 кг . Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
8. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на $1/3$ его длины.
9. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.
10. Шар массой 10 кг , движущийся со скоростью 4 м/с , сталкивается с шаром массой 4 кг , скорость которого равна 12 м/с . Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
11. Снаряд массой 10 кг обладал скоростью 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой 3 кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.
12. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины $0,2 \text{ м}$ и двух шариков массами 30 г и 50 г , укрепленных на концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шарик можно рассматривать как материальную точку.
13. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик и прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г . Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см .

Вопрос 1.2.

1. Шар массой $m=10$ кг, движущийся со скоростью $v_1=4$ м/с, сталкивается с шаром массой $m=4$ кг, скорость v_2 которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость и шаров после удара в случае, когда шары движутся навстречу друг другу.
2. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает вперед по движению лодки.
3. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки.
4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M=15$ т. Орудие стреляет вверх под углом 60° к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m=20$ кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?
5. Снаряд массой $m=10$ кг обладал скоростью $v=200$ м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=3$ кг получила скорость $u_1=400$ м/с в прежнем направлении. Найти скорость u_2 второй, большей части после разрыва.
6. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость $v=2$ м/с. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.
7. Вычислить работу A , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой $m=100$ кг на высоту $h=4$ м за время $t=2$ с.
8. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса m груза равна 100 кг, угол наклона $\varphi=30^\circ$, коэффициент трения 0,1 и груз движется с ускорением $a=1$ м/с².
9. Для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу $F=10$ Н. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на 10 см, если сила пропорциональна сжатию?
10. Пружина жесткостью $k=10$ кН/м сжата силой $F=200$ Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $x=1$ см.
11. Пружина жесткостью $k=1$ кН/м была сжата на 4 см. Какую нужно совершить работу A , чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см?
12. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, поставленной на подставке, сжимает ее на $x=2$ мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высотой $h=5$ см?
13. Камень брошен вверх под углом 60° к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую T и потенциальную P энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.
14. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом $R=4$ м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.
15. Молекула распадается на два атома. Масса одного из атомов в $p=3$ раза больше, чем другого. Пренебрегая начальной кинетической энергией и импульсом молекулы, определить кинетические энергии и атомов, если их суммарная кинетическая энергия $T=0,032$ нДж.
16. Пуля массой $m=10$ г, летевшая со скоростью $v=600$ м/с, попала в баллистический маятник массой $M=5$ кг и застряла в нем. На какую высоту h , откатнувшись после удара, поднялся маятник?
17. Уравнение колебаний точки имеет вид $x = A \cos[w(t+\tau)]$, где $w=\pi$ 1/с, $\tau=0,2$ с. Определить период T и начальную фазу колебаний.
18. Определить период, частоту и начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A \sin[w(t+\tau)]$, где $w=2,5\pi$ с⁻¹, $\tau=0,4$ с

19. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A=3$ см и угловой частотой $\omega=\pi(2 \text{ с}^{-1})$.
20. Точка совершает колебания по закону $x = A\cos(\omega t)$, где $A = 5$ см; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее скорость 8 см/с.
21. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение точки.
22. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна 10 см/с, максимальное ускорение = 100 см/с². Найти угловую частоту ω колебаний, их период T и амплитуду A . Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.
23. Материальная точка массой 50 г совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x=A \cos(\omega t)$, где $A = 10$ см, $\omega=5 \text{ с}^{-1}$. Найти силу F , действующую на точку в момент, когда фаза $\omega t=\pi/3$.
24. Грузик массой $m=250$ г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом $T=1$ с. Определить жесткость k пружины.
25. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
26. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
27. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
28. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение точки.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

Вопрос 2.1.

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $1/3$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.
3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до $0,02$ средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до $0,02$ кТ. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.
5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $0,5$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.
6. Найти среднее значение энергии молекулы массой m при значении температуры T .
7. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
8. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу A расширения газа.

9. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3) приращение внутренней энергии газа.
10. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.
11. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
12. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Вопрос 2.2.

1. В баллоне с небольшой трещиной находится углекислый газ. Газ может медленно просачиваться сквозь трещину. За время наблюдения количества вещества уменьшилось в 4, а его абсолютная температура уменьшилась в 1,25 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа внутри баллона?
2. В баллоне с небольшой трещиной находится аргон. Газ может медленно просачиваться сквозь трещину. За время наблюдения количества вещества уменьшилось в 2, а его абсолютная температура уменьшилась в 1,5 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа внутри баллона?
3. Некоторое количество кислорода находится в замкнутом сосуде при температуре 500 К и давлении 5 атм. Когда температуру сосуда повысили до 6000 К, часть молекул азота распалась на атомы, и в результате этого давление увеличилось до 100 атм. Какая часть молекул кислорода распалась на атомы?
4. Некоторое количество кислорода находится в замкнутом сосуде при температуре 250 К и давлении 5 атм. Когда температуру сосуда повысили до 5000 К, часть молекул азота распалась на атомы, и в результате этого давление увеличилось до 121 атм. Какая часть молекул кислорода распалась на атомы?
5. В сосуде вместимостью $V=20$ л находится газ количеством вещества $\nu=1,5$ кмоль. Определить концентрацию n молекул в сосуде.
6. Водород массой $m=4$ г был нагрет на $\Delta T=10$ К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
7. В сосуде вместимостью V находится кислород, концентрация молекул n . Определить массу m газа.
8. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества $\nu=1$ моль и имевшего температуру $T=300$ К, газу было передано количество теплоты $Q=2$ кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?
9. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение n_1/n_2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.
10. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью $V=30$ л при температуре $T=300$ К и давлении $p=5$ МПа?
11. Азот массой $m=200$ г расширяется изотермически при температуре $T=280$ К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти: изменение ΔU внутренней энергии газа; совершенную при расширении газа работу A ; количество теплоты Q , полученное газом.
12. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
13. В баллоне вместимостью $V=5$ л находится азот массой $m=17,5$ г. Определить концентрацию n молекул азота в баллоне.

14. Водород занимает объем $V_1=10 \text{ м}^3$ при давлении $p_1=100 \text{ кПа}$. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2=300 \text{ кПа}$. Определить: 1) изменение U внутренней энергии газа; 2) работу A , совершенную газом; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.
15. Какое количество теплоты Q выделится, если азот массой $m=1 \text{ г}$, взятый при температуре $T=280 \text{ К}$ под давлением $p_1=0,1 \text{ МПа}$, изотермически сжать до давления $p_2=1 \text{ МПа}$?
16. При изохорном нагревании кислорода объемом $V=50 \text{ л}$ давление газа изменилось на $p=0,5 \text{ МПа}$. Найти количество теплоты Q , сообщенное газу.
17. Баллон вместимостью $V=20 \text{ л}$ содержит водород при температуре $T=300 \text{ К}$ под давлением $p=0,4 \text{ МПа}$. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6 \text{ кДж}$?
18. Гелий массой $m=1 \text{ г}$ был нагрет на $T=100 \text{ К}$ при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты Q , переданное газу; 2) работу A расширения; 3) приращение U внутренней энергии газа.
19. Определить плотность ρ насыщенного водяного пара в воздухе при температуре $T=300 \text{ К}$. Давление p насыщенного водяного пара при этой температуре равно $3,55 \text{ кПа}$.
20. При изотермическом расширении водорода массой $m=1 \text{ г}$, имевшего температуру $T=280 \text{ К}$, объем газа увеличился в три раза. Определить работу A расширения газа и полученное газом количество теплоты Q .
21. Найти плотность ρ газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли w_1 и w_2 равны соответственно $1/9$ и $8/9$. Давление p смеси равно 100 кПа , температура $T=300 \text{ К}$.
22. Баллон вместимостью $V=20 \text{ л}$ содержит водород при температуре $T=300 \text{ К}$ под давлением $p=0,4 \text{ МПа}$. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6 \text{ кДж}$?
23. При нагревании идеального газа на $\Delta T=1 \text{ К}$ при постоянном давлении объем его увеличился на $1/350$ первоначального объема. Найти начальную температуру T газа.
24. Какой объем V занимает идеальный газ, содержащий количество вещества $\nu=1 \text{ кмоль}$ при давлении $p=1 \text{ МПа}$ и температуре $T=400 \text{ К}$?

Раздел 3. Примеры заданий к контрольной работе № 3 (семестр 2). Контрольная работа содержит 3 задачи, по 5 баллов максимум за каждую.

Вопрос 3.1.

1. Однородный стержень массой $0,1 \text{ кг}$ может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O , расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с , его масса 2 г . Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
2. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг , закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстоящую от его верхнего конца на одну четверть. Шарик можно считать материальными точками.
3. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг , масса диска 2 кг . Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на $1/3$ его длины.
5. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.

6. Шар массой 10 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой 4 кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
7. Снаряд массой 10 кг обладал скоростью 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой 3 кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.
8. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины 0,2 м и двух шариков массами 30 г и 50 г, укрепленных на концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шары можно рассматривать как материальные точки.
9. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г. Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см.

Вопрос 3.2.

1. Шар массой $m=10$ кг, движущийся со скоростью $v_1=4$ м/с, сталкивается с шаром массой $m=4$ кг, скорость v_2 которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в случае, когда шары движутся навстречу друг другу.
2. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает вперед по движению лодки.
3. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки.
4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M=15$ т. Орудие стреляет вверх под углом 60° к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m=20$ кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?
5. Снаряд массой $m=10$ кг обладал скоростью $v=200$ м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=3$ кг получила скорость $u_1=400$ м/с в прежнем направлении. Найти скорость u_2 второй, большей части после разрыва.
6. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость $v=2$ м/с. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.
7. Вычислить работу A , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой $m=100$ кг на высоту $h=4$ м за время $t=2$ с.
8. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса m груза равна 100 кг, угол наклона $\varphi=30^\circ$, коэффициент трения 0,1 и груз движется с ускорением $a=1$ м/с².
9. Для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу $F=10$ Н. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на 10 см, если сила пропорциональна сжатию?
10. Пружина жесткостью $k=10$ кН/м сжата силой $F=200$ Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $x=1$ см.
11. Пружина жесткостью $k=1$ кН/м была сжата на 4 см. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см?
12. Гирия, положенная на верхний конец спиральной пружины, поставленной на подставку, сжимает ее на $x=2$ мм. На сколько сожмет пружину та же гирия, упавшая на конец пружины с высотой $h=5$ см?

13. Камень брошен вверх под углом 60° к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую T и потенциальную Π энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.
14. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом $R=4$ м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.
15. Молекула распадается на два атома. Масса одного из атомов в $n=3$ раза больше, чем другого. Пренебрегая начальной кинетической энергией и импульсом молекулы, определить кинетические энергии и атомов, если их суммарная кинетическая энергия $T=0,032$ нДж.
16. Пуля массой $m=10$ г, летевшая со скоростью $v=600$ м/с, попала в баллистический маятник массой $M=5$ кг и застряла в нем. На какую высоту h , отскочившись после удара, поднялся маятник?
17. Уравнение колебаний точки имеет вид $x = A \cos[w(t+\tau)]$, где $w=\pi$ 1/с, $\tau=0,2$ с. Определить период T и начальную фазу колебаний.
18. Определить период, частоту и начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A \sin[w(t+\tau)]$, где $w=2,5\pi$ с⁻¹, $\tau=0,4$ с
19. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A=3$ см и угловой частотой $w=\pi(2$ с⁻¹).
20. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos(wt)$, где $A=5$ см; $w=2$ с⁻¹. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее скорость 8 см/с.
21. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту w колебаний и максимальное ускорение точки.
22. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна 10 см/с, максимальное ускорение = 100 см/с². Найти угловую частоту w колебаний, их период T и амплитуду A . Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.
23. Материальная точка массой 50 г совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x=A \cos(wt)$, где $A=10$ см, $w=5$ с⁻¹. Найти силу F , действующую на точку в момент, когда фаза $wt=\pi/3$.
24. Грузик массой $m=250$ г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом $T=1$ с. Определить жесткость k пружины.
25. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
26. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
27. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
28. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту w колебаний и максимальное ускорение точки.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 3 задачи, по 5 баллов максимум за каждую.

Вопрос 4.1.

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.

2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $1/3$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.
3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до $0,02$ средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до $0,02$ кТ. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.
5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $0,5$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.
6. Найти среднее значение энергии молекулы массой m при значении температуры T .
7. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
8. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу A расширения газа.
9. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3) приращение внутренней энергии газа.
10. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.
11. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
12. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Вопрос 4.2.

1. В сосуде вместимостью $V=20$ л находится газ количеством вещества $\nu=1,5$ кмоль. Определить концентрацию n молекул в сосуде.
2. Водород массой $m=4$ г был нагрет на $\Delta T=10$ К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
3. В сосуде вместимостью V находится кислород, концентрация молекул n . Определить массу m газа.
4. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества $\nu=1$ моль и имевшего температуру $T=300$ К, газу было передано количество теплоты $Q=2$ кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?
5. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение n_1/n_2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.
6. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью $V=30$ л при температуре $T=300$ К и давлении $p=5$ МПа?
7. Азот массой $m=200$ г расширяется изотермически при температуре $T=280$ К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти:
 - 1) изменение ΔU внутренней энергии газа;
 - 2) совершенную при расширении газа работу A ;
 - 3) количество теплоты Q , полученное газом.
8. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?

9. В баллоне вместимостью $V=5$ л находится азот массой $m=17,5$ г. Определить концентрацию n молекул азота в баллоне.
10. Водород занимает объем $V_1=10$ м³ при давлении $p_1=100$ кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2=300$ кПа. Определить: 1) изменение U внутренней энергии газа; 2) работу A , совершенную газом; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.
11. Какое количество теплоты Q выделится, если азот массой $m=1$ г, взятый при температуре $T=280$ К под давлением $p_1=0,1$ МПа, изотермически сжать до давления $p_2=1$ МПа?
12. При изохорном нагревании кислорода объемом $V=50$ л давление газа изменилось на $p=0,5$ МПа. Найти количество теплоты Q , сообщенное газу.
13. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
14. Гелий массой $m=1$ г был нагрет на $T=100$ К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты Q , переданное газу; 2) работу A расширения; 3) приращение U внутренней энергии газа.
15. Определить плотность ρ насыщенного водяного пара в воздухе при температуре $T=300$ К. Давление p насыщенного водяного пара при этой температуре равно $3,55$ кПа.
16. При изотермическом расширении водорода массой $m=1$ г, имевшего температуру $T=280$ К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу A расширения газа и полученное газом количество теплоты Q .
17. Найти плотность ρ газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли w_1 и w_2 равны соответственно $1/9$ и $8/9$. Давление p смеси равно 100 кПа, температура $T=300$ К.
18. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
19. При нагревании идеального газа на $\Delta T=1$ К при постоянном давлении объем его увеличился на $1/350$ первоначального объема. Найти начальную температуру T газа.
20. Какой объем V занимает идеальный газ, содержащий количество вещества $\nu=1$ кмоль при давлении $p=1$ МПа и температуре $T=400$ К?

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная содержит 2 задачи, по 5 баллов каждая.

Вопрос 5.1.

1. Прямой металлический стержень диаметром 5 см и длиной 4 м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд 500 нКл. Определить напряженность E поля в точке, находящейся на расстоянии 1 см от его поверхности против середины стержня.
2. Два точечных заряда 2 нКл и -1 нКл находятся на расстоянии 3 см друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.
3. На металлической сфере радиусом 10 см находится заряд 1 нКл. Определить напряженность электрического поля в следующих точках: 1) на расстоянии 8 см от центра сферы; 2) на ее поверхности; 3) на расстоянии 15 см от центра сферы. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния от центра сферы.
4. Расстояние между зарядами $+3$ нКл и -3 нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность и потенциал поля, создаваемого диполем в точке, удаленной на 8 см как от первого, так и от второго заряда.
5. Тонкое кольцо радиуса 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м. Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см?

6. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 0,5 м от проволоки против ее середины равна 200 В/м.
7. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью 1 мкКл/м². На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности через этот круг.
8. Диполь с электрическим моментом 20 нКл*м находится в однородном электрическом поле напряженностью 50 кВ/м. Вектор электрического момента составляет угол 60 градусов с линиями поля. Какова потенциальная энергия диполя?
9. Диполь с электрическим моментом 200 мкКл*м свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 150 кВ/м. Вычислить работу А, необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол 180 градусов.
10. Диполь с электрическим моментом 100 мкКл*м свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью $E=10$ кВ/м. Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол 60 градусов.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная содержит 2 задачи, по 5 баллов каждая.

1. Ядро изотопа водорода трития (1 протон и 2 нейтрона) движется в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору индукции, равному 10 мТл по окружности радиусом 10 см. Определите скорость ядра. (Заряд и массу протона взять из справочника).
2. Ядро изотопа водорода дейтерия движется в однородном магнитном поле с индукцией перпендикулярно вектору В (33,4 мТл) индукции по окружности радиусом 10 м со скоростью 16 км/с. Определите удельный заряд.
3. Две частицы, отношение зарядов которых $Q_1/Q_2 = 2$ влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц если их кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $R_1/R_2 = 0,5$.
4. Две частицы, отношение зарядов которых $Q_1/Q_2 = 4$ влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц если их кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $R_1/R_2 = 0,25$.
5. В однородное электрическое поле со скоростью 100 км/с влетает протон и движется по направлению линий напряженности поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряженности поля равен 300 В/м? (Данные для протона взять из справочника)
6. В однородное электрическое поле со скоростью 200 км/с влетает электрон и движется по направлению линий напряженности поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряженности поля равен 400 В/м? (Данные для протона взять из справочника).
7. Найти магнитную индукцию в центре кольца с током 10 А, радиус кольца равен 5 см.
8. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 8 см равна 30 А/м. Определить напряженность поля, создаваемого витком в точке, лежащей на оси витка на расстоянии 6 см от его центра.
9. По прямому бесконечно длинному проводу течет ток 50 А. Определить индукцию В в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.
10. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут одинаковые токи 10 А в противоположных направлениях. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного и 3 см от другого провода.
11. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи 30 А и 40 А. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную

индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние 20 см.

12. Квадратная проволочная рамка с длинным прямым проводом расположена в одной плоскости так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

13. Тонкий провод в виде дуги, составляющей две трети кольца радиусом 15 см, находится в однородном магнитном поле 20 мТл. По проводу течет ток 30 А. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие провода находятся вне поля. Определить силу, действующую на провод.

14. Двухпроводная линия состоит из длинных параллельных прямых проводов, находящихся на расстоянии 4 мм друг от друга. По проводам текут одинаковые токи 50 А. Определить силу взаимодействия токов, приходящуюся на единицу длины провода.

15. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент витка равен $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Вычислить силу тока в витке и радиус витка.

Раздел 7-8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная содержит 2 задачи, по 5 баллов каждая.

Вопрос 7.1.

1. На дифракционную решетку с периодом 0,007 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. При какой максимальной длине волны можно наблюдать 11 дифракционных максимумов? Ответ приведите в нанометрах и округлите до целого числа.

2. На дифракционную решетку с периодом 0,012 мм падает по нормали монохроматический свет с длиной волны 650 нм. Каков наибольший порядок дифракционного максимума, который можно получить в данной системе?

3. На пути монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 0,1 мм. Свет падает на пластинку нормально. На какой угол следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути изменилась на половину длины волны?

4. Расстояние между двумя когерентными источниками света равно 0,1 мм при длине волны 0,5 мкм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние от источников до экрана.

5. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,8 мм, длина волны 640 нм. На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?

6. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны 0,6 мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.

7. На мыльную пленку (показатель преломления 1,3), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

8. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта (длина волны 0,5 мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от фронта волны.

9. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57 градусов. Определить скорость света в этом кристалле.

10. Пучок естественного света падает на стеклянную (показатель преломления 1,6) призму. Определить двугранный угол призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

Вопрос 7.2.

1. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны 500 нм. При освещении этого металла светом длиной волны максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 2 раза меньше энергии падающего света. Какова длина волны падающего света? Ответ приведите в нанометрах.
2. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны 700 нм. При освещении этого металла светом длиной волны максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 4 раза меньше энергии падающего света. Какова длина волны падающего света? Ответ приведите в нанометрах.
3. Энергия ионизации атома кислорода в некотором эксперименте равна 16 эВ. Найдите максимальную длину волны света, которая может вызвать ионизацию атома кислорода. Ответ приведите в нанометрах, округлив до целых. (недостающие данные возьмите из справочника).
4. Энергия ионизации атома кислорода в некотором эксперименте равна 13 эВ. Найдите максимальную длину волны света, которая может вызвать ионизацию атома кислорода. Ответ приведите в нанометрах, округлив до целых. (недостающие данные возьмите из справочника).
5. Определить энергию, излучаемую за время 1 минута из смотрового окошка площадью 8 см² плавильной печи, если ее температура 1200 К. Считать, что печь излучает как абсолютно черное тело.
6. Определить температуру абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра (длина волны 750 нм).
7. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта 500 нм.
8. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.
9. Определить давление солнечного излучения на зачерненную пластинку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам и находящуюся вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца.
10. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.

Раздел 9-10. Примеры вопросов к контрольной работе № 8 (4 семестр). Контрольная содержит 2 задачи, по 10 баллов каждая.

Вопрос 8.1.

1. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
2. Определить относительную погрешность, которая будет допущена, если при вычислении теплоемкости C вместо значения, даваемого теорией Эйнштейна, воспользоваться значением, даваемым законом Дюлонга и Пти.
3. Определить энергию U и теплоемкость C системы, состоящей из $N=10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов. Температура $T=300$ К.
4. Определить максимальную частоту собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура равна 180 К.
5. Определить угол ϕ между орбитальными моментами импульсов двух электронов, один из которых находится в d-состоянии, другой — в f-состоянии, при следующих условиях: 1) полное орбитальное квантовое число $L=3$; 2) искомый угол — максимальный; 3) искомый угол — минимальный.

Вопрос 8.2.

1. Найти плотность кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная решетки при той же температуре

равна 0,452 нм.

2. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
3. Определить относительную атомную массу кристалла, если известно, что расстояние между ближайшими соседними атомами равно 0,304 нм. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность кристалла равна 534 кг/м³.
4. Вычислить постоянную решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр решетки равен 0,359 нм. Плотность кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3$ кг/м³.
5. Система плоскостей в примитивной кубической решетке задана индексами Миллера (221). Найти наименьшие отрезки, отсекаемые плоскостью на осях координат, и изобразить эту плоскость графически.
6. Вычислить угол ϕ между нормальными к плоскостям (в кубической решетке), заданных индексами Миллера (111) и (111).
7. Электрон движется со скоростью $v=200$ Мм/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.
8. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?
9. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T=1$ кэВ.
10. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda=3$ нм.

Раздел 11. Примеры вопросов к контрольной работе № 9 (4 семестр). Контрольная содержит 2 задачи, по 10 баллов каждая.

Вопрос 9.1.

1. Найти плотность кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная решетки при той же температуре равна 0,452 нм.
2. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
3. Определить относительную атомную массу кристалла, если известно, что расстояние между ближайшими соседними атомами равно 0,304 нм. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность кристалла равна 534 кг/м³.
4. Вычислить постоянную решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр решетки равен 0,359 нм. Плотность кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3$ кг/м³.
5. Система плоскостей в примитивной кубической решетке задана индексами Миллера (221). Найти наименьшие отрезки, отсекаемые плоскостью на осях координат, и изобразить эту плоскость графически.
6. Вычислить угол ϕ между нормальными к плоскостям (в кубической решетке), заданных индексами Миллера (111) и (111).
7. Электрон движется со скоростью $v=200$ Мм/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.
8. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?
9. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T=1$ кэВ.
10. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda=3$ нм.

Вопрос 9.2.

1. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
2. Определить относительную погрешность, которая будет допущена, если при вычислении теплоемкости C вместо значения, даваемого теорией Эйнштейна, воспользоваться значением, даваемым законом Дюлонга и Пти.
3. Определить энергию U и теплоемкость C системы, состоящей из $N=10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов. Температура $T=300$ К.
4. Определить максимальную частоту собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура равна 180 К.
5. Определить угол φ между орбитальными моментами импульсов двух электронов, один из которых находится в d-состоянии, другой — в f-состоянии, при следующих условиях: 1) полное орбитальное квантовое число $L=3$; 2) искомый угол — максимальный; 3) искомый угол — минимальный.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен, 4 семестр - экзамен).

Для 1 семестра – зачет, - итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Максимальное количество баллов за экзамен (2 семестр) – 40 баллов, за экзамен (3 семестр) – 40 баллов, за экзамен (4 семестр) – 40 баллов.

8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 3 и 4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задача 3 – 10 баллов, задача 4 – 10 баллов.

1. Предмет кинематики. Кинематические характеристики поступательного движения. Перемещение, скорость, нормальное и тангенсальное ускорение.
2. Вращательное движение твердого тела и его кинематические характеристики: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение.
3. Предмет динамики. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
4. Массы и силы в механике (гравитационные, упругие, вязкие). Законы Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе.
6. Момент силы и момент инерции материальной точки и твердого тела. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно оси.
7. Закон сохранения момента импульса. Жесткий ротатор, как модель двухатомной молекулы. Приведенная масса и ее роль.
8. Кинематика гармонических колебаний. Амплитуда, частота и фаза гармонических колебаний. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты.
9. Динамика гармонических колебаний. Дифференциальные уравнения гармонических колебаний. Математический, пружинный и физический маятник. Двухатомная молекула, как линейный гармонический осциллятор.
10. Дифференциальные уравнения затухающих и вынужденных колебаний. Логарифмический декремент затухания. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Понятие о резонансе.

12. Волновые движения. Волны продольные и поперечные. Длина волны, волновое число. Дифференциальное волновое уравнение. Энергия переносимая волной. Поток энергии и плотности потока энергии. Волнового движения.
13. Молекулярно-кинетический метод изучения системы многих частиц (атомов и молекул). Размеры, сечения столкновения и средняя длина свободного пробега молекул. Число Ван-дер-Ваальса.
14. Идеальный газ. Основное уравнение Молекулярно-кинетической теории идеального газа. Функция распределения молекул по абсолютным значениям скорости (распределение Максвелла). Вероятнейшая, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорость молекул.
15. Термодинамический метод в физике. Основные понятия и параметры характеризующие состояние системы (объем, давление, температура). Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам (изотерам, изохора, изобара, адиабата). Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме.
16. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии.
17. Элементы физической кинетики. Перенос энергии, импульса и массы на молекулярном уровне. Диффузия, закон Фика. Теплопроводность, закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.
18. Коэффициенты переноса и их зависимости от давления, температуры и размеров молекул. Особенности явлений переноса в ультраразряженных газах.
19. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл входящих в него поправок, отличающий реальный газ от идеального. Изотермы реальных газов. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5, 6, 7 и 8 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задача 3 – 10 баллов, задача 4 – 10 баллов.

1. Электромагнетизм. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа.
2. Магнитная индукция прямого и кругового тока. Магнитный дипольный момент кругового тока. Теорема о циркуляции. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле.
3. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Напряженность магнитного поля. Намагниченность. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).
4. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Уравнение электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
5. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Экстратоки замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.
6. Уравнения Максвелла. Ток смещения. Вектор электрического смещения. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон полного тока. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в неё уравнений.
7. Возникновение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитной волны. Энергия, переносимая

- электромагнитной волной. Вектор Пойнтинга. Принцип относительности в электродинамике.
8. Электромагнитная природа света. Поперечность электромагнитных волн. Монохроматические волны. Когерентность. Методы получения когерентных источников. Условия усиления и ослабления света при интерференции.
 9. Оптическая длина пути и оптическая разность хода лучей. Интерференция волн от двух когерентных точечных источников. Ширина интерференционной полосы. Интерферометр Майкельсона. Интерференция света в тонких пленках.
 10. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике.
 11. Волноводы и световоды. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
 12. Поляризация волн. Естественный и поляризованный свет. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.
 13. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Рассеяние света. Закон Релея. Поглощение света. Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
 14. Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка.
 15. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и объяснения законов фотоэффекта. Определение постоянной Планка.
 16. Элементы специальной теории относительности. Эффект Комптона. Коротковолновая граница рентгеновского излучения. Фотон – элементарная частица. Энергия, масса и импульс фотона.
 17. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах излучения атома водорода.
 18. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору. Сериальная формула.
 19. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов.
 20. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка с помощью соотношения неопределенностей энергии основного состояния связанной частицы, и естественной ширины спектральной линии.
 21. Волновая функция и её статистический смысл. Нормировка волновой функции. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Стандартные условия, налагаемые на волновую функцию.
 22. Квантовая частица в одномерной, бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Собственные значения энергии частицы и собственные нормированные волновые функции, описывающие её состояние.
 23. Одномерная потенциальная ступень (порог). Коэффициент отражения и прохождения. Одномерный потенциальный барьер. Коэффициент прохождения (прозрачности).
 24. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода (в сферических координатах). Собственные волновые функции и квантовые числа, характеризующие состояние электрона в атоме.
 25. Собственная волновая функция, описывающая основное состояние атома водорода.

- Радиальное распределение плотности вероятности обнаружения электрона. Квантовый гармонический и ангармонический осцилляторы. Молекулярные спектры.
26. Орбитальное гироманнитное отношение. Опыты Штерна-Герлаха. Спин электрона. Спиновое гироманнитное отношение. Спин-орбитальное взаимодействие.
 27. Многоэлектронный атом. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Фактор Ланде. Эффект Зеемана.
 28. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.
 29. Симметричные и антисимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ.
 30. Понятия о квантовых теориях теплоемкостей по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Фононы. Предельный закон Дебая.
 31. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.
 32. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Современная физическая картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория.

8.3.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 9, 10 и 11 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задача 3 – 10 баллов, задача 4 – 10 баллов.

1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.
2. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы.
3. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).
4. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.
5. Элементы физики твёрдого тела. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.
6. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.
7. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне).
8. Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

8.4 Структура и примеры билетов для экзамена (2, 3 и 4 семестр)

Экзамен по дисциплине «Физика» проводится в 2, 3 и 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 3-4, 5-8 и 9-11 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов и 2 задач, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» зав.каф. физики (Должность, наименование кафедры) В.В. Горев (Подпись) (И. О. Фамилия) « » 20 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
	Кафедра физики
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
	Физика
Билет № 1	
1. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе. 2. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. 3. Задача-1*. 4. Задача-2*.	

*выдается преподавателем, проводившим семинарские занятия в семестре, на отдельном бланке.

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература:

1. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2012. - 528 с
2. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 2. Электричество: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 442 с
3. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 537 с
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк. - 1988. - 527 с
5. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - Изд. 17-е, стер, - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 560 с.

Б. Дополнительная литература:

1. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с.
2. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с.
3. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с.
4. Иродов И. Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] - 13-е изд. (эл.). - М.: Лаборатория знаний, 2017. – 312 с.

5. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы [Электронный ресурс] – 10-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 322 с.
6. Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы [Электронный ресурс] - 7-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 265 с.
7. Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс]: учебное пособие - 7-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 261 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и семинарам.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/> База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.

4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

5. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

6. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

7. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. рецензирование.

8. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.

9. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня

11. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий. Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org> Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>

12. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.

В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.

Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>

13. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин. Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.

Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>

14. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.

Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.

Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

15. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.

Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

16. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.

Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access: <https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 23, (общее число слайдов – 274);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 578);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 145).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физика» проводятся в форме лекций, семинаров, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.
- Технологическое оборудование для обработки, подготовки и проведения лабораторных работ:
- 10 компьютеров 2014 года;
- 10 компьютеров 2002/2004 года;
- 10 лаб. установок для проведения студ. практикума, 2014 года;
- Фотометр фотоэлектрический Юнико 1201, 2018 года;
- Моноблок Lenovo тип 3, 3 шт., 2019 года;
- Весы порционные AND-НТ-500, 2 шт., 2019 года;
- Секундомер механический, 17 шт., 2019 года;
- Аквадистиллятор АЭ-25, 2019 года;
- Рефрактометр «Компакт», 2 шт., 2019
- Шкаф сушильный ШС-20-02, 2019
- Весы лабораторные ВЛТЭ-510с, 2 шт., 2019
- рН-метр-милливольтметр рН-420, 2 шт., 2019

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; задачки в бумажных экземплярах.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии

1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Физические основы механики	<i>Знает:</i> -физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений; <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)

	- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> • навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; • навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 2. Основы молекулярной физики	<i>Знает:</i> -физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений; <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за лабораторный практикум (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)

	том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> • навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток	<i>Знает:</i> -физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений; <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> • навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)

Раздел 4. Электромагнетизм	<i>Знает:</i> -физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений; <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> • навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; • навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №4 (3 семестр)
Раздел 5. Оптика	<i>Знает:</i> -физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений; <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу № 5 (3 семестр)

	- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> • навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; • навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 6. Элементы квантовой физики	<i>Знает:</i> -физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений; <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в	Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр) Оценка за лабораторный практикум (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)

	том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> • навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; • навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н. доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии
А.Г. Мурадовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Наноматериалов и нанотехнологии

(Наименование кафедры)

«14» мая 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Дисциплина **«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»** относится к вариативной части дисциплин (дисциплины по выбору) учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют подготовку в области органической химии, биохимии и физикохимии наноматериалов.

Цель дисциплины: приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области углеродных наноматериалов и ознакомление с их структурой, свойствами, возможностями применения.

Задача дисциплины:

формирование у обучающихся системных знаний в области углеродных наноматериалов, основных методов получения и возможностей потенциального применения углеродных наноматериалов.

Дисциплина **«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»** при подготовке бакалавров по направлению 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки – Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью	- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы диагностики и анализа	ПК-3 Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1. Знает традиционные и новые технологические процессы получения и модификации материалов с целью повышения их конкурентоспособности ПК-3.2. Умеет использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах получения и обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов ПК-3.3. Владеет методами получения и анализа информации по составу, технологии производства и способам обработки	Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н. А: Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам (уровень квалификации – 6) В: Контроль качества продукции и технической документации по производству наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и

комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.	нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;		конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – б) Анализ опыта

В результате изучения дисциплины обучающийся должен
знать:

- модификации углерода, структуру и свойства углеродных наноматериалов, возможности их использования;

уметь:

- использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов;
- критически анализировать научные публикации;

владеть:

- навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной и письменной форме.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,11	4	3
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0,11	4	3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. Часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки и фуллерены	48	14	14	20
1.1	Введение. Классификация углеродных наноструктур	12	4	4	4
1.2	Углеродные нанотрубки	20	6	6	8
1.3	Фуллерен	16	4	4	8
2	Композиты на основе углеродных	56	18	18	20

	наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз				
2.1	Графен	12	4	4	4
2.2	Наноалмаз	12	4	4	4
2.3	Композиты, содержащие углеродные материалы	20	6	6	8
2.4	Неуглеродные нанотрубки	12	4	4	4
	Реферат	20	-	-	20
	Подготовка к зачету	20	-	-	20
	Форма контроля - зачет	-	-	-	-
	Всего часов	144	32	32	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки и фуллерены

1.1 Введение. Классификация углеродных наноструктур

Аллотропные модификации углерода Основные понятия квантовой химии. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода. Алмаз и алканы. Графит, графен, арены, алкены, карбин, алкины. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.

1.2 Углеродные нанотрубки

История открытия углеродных нанотрубок. Понятие одностенных и многостенных углеродных нанотрубок. Информация об их строении и методах получения. Структурные свойства. Хиральность нанотрубок. Электронные свойства нанотрубок. Электронные свойства графитовой плоскости. Механические свойства. Упругие свойства углеродных нанотрубок. Электромеханические свойства углеродных нанотрубок. Понятие хиральности. Обсуждение взаимосвязи хиральности и физических свойств углеродных нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок. Токсичность нанотрубок.

1.3 Фуллерен

История открытия фуллеренов. Кластеры углерода. Установка и методики Ричарда Смолли. Открытия Бакминстера Фуллера. Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, фуллереноподобные структуры в живой природе. Углеродные кластеры фуллероидного типа. Синтез, модифицирование, использование фуллеренов.

Раздел 2. Композиты на основе углеродных наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз

2.1 Графен

Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Химическое модифицирование графена. «Графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG). Структура, электрические свойства, механические свойства, возможности применения в электронике

2.2 Наноалмаз.

Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Технология получения детонационных наноалмазов. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура ДНА. Практическое использование ДНА.

2.3 Композиты, содержащие углеродные материалы

Материалы и композиты на основе углеродных нанотрубок. Полимеры и композитные материалы на основе других углеродных наноструктур.

2.4 Неуглеродные нанотрубки.

Понятие неуглеродных нанотрубок. Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	1	2
Знать:		
– модификации углерода;	+	+
– структуру и свойства углеродных наноматериалов;	+	+
– возможности их использования углеродных наноматериалов;	+	+
Уметь:		
– использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов;	+	+
-критически анализировать научные публикации;	+	+
Владеть:		
– навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной и письменной форме.	-	+
Код и наименование ПК		
ПК-3 Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, функциональных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 16 акад. часов (0,45 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.2	Одностенные и многостенные углеродные нанотрубки.	4
2	1.2	Свойства углеродных нанотрубок	2
3	1.3	Синтез, модифицирование, использование фуллеренов.	2
4	2.1	Строение и особые свойства графена	2
5	2.2	Строение и особые свойства наноалмаза	2

6	2.4	Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*» не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 60 акад. часов (1,67 зач. ед.).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- написание реферата по выбранным темам (по выбору);
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

На практических занятиях предусмотрено 2 обязательных доклада. Максимальная оценка за один доклад составляет 20 баллов, всего за доклады предусмотрено 40 баллов.

Изучение дисциплины заканчивается подготовкой и защитой рефератов.

Подготовка и защита реферата

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (научной статьи или патента) по изучению свойств углеродных наноматериалов и их применению. Анализируется актуальность работы, описанной в статье или патенте, перспективность направления, достоинства, недостатки, практическая значимость и возможность внедрения. Максимальная оценка за реферат – 20 баллов. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

Примерные темы докладов

Раздел 1. Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки и фуллерены

1. Одностенные углеродные нанотрубки . Строение и методы получения.
2. Многостенные углеродные нанотрубки . Строение и методы получения.
3. Природа химической связи в нанотрубках и основные отличия одностенных и многостенных УНТ.
4. Фуллерен. Строение и получение фуллеренов.
5. Перспективы химического модифицирования фуллеренов
6. Практическое использование фуллеренов.

Раздел 2. Композиты на основе углеродных наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз

1. Графен. Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена.
2. Химическое модифицирование и практическое использование графена.
3. Наноалмаз. Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза.
4. Получение и практическое использование наноалмаза.
5. Модуль Юнга и закон Холла - Петча. Механические свойства наносистем. Применение макроскопических (обычных) законов механики к наносистемам.
6. Неуглеродные нанотрубки. Понятие неуглеродных нанотрубок.
7. Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок.
8. Нановискеры (нитевидные нанокристаллы, ННК). Разновидности нановискеров. Получение нанокристаллов.
9. Гетероструктуры на основе нанокристаллов. Нановискеры феллерена. Потенциальное применение нановискеров.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Контрольные работы пишутся в форме развернутого ответа на вопросы.

Максимальная оценка контрольных работ составляет 40 баллов.

Раздел 1. Пример вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Классификация углеродных наноструктур. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода.
2. Получение фуллеренов. Метод В. Кретчмера. Получение фуллеренов из жидкокристаллической мезофазы. Метод распыления графита. Методы очистки и детектирования фуллеренов.

Раздел 2. Пример вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Дефекты в графене. Искажения графенового листа. Структура, электрофизические свойства, механические свойства.
2. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура

ДНА. Практическое использование.

Предлагаются следующие возможные темы рефератов на практических занятиях.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет)

Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде 2 вопросов, по 10 баллов за вопрос.

1. Графен. Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Зонная структура графена.
2. Дефекты в графене. Искажения графенового листа. Структура, электрофизические свойства, механические свойства.
3. Химические свойства графена. Модифицирование графена.
4. Применение графена и его производных. Проводимость графена. «Графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG).
5. Методы получения графена и его аналогов. Метод Новоселова. Получение графена из нанотрубок, окисленного графита. Графитизация поверхности металлов. Осаждение графитизированных слоев при термораспаде углеродсодержащих газов на поверхности металлических образцов.
6. Методы характеристики графена: КР – спектроскопия, сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, динамическое рассеяние света.
7. Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Технология получения детонационных наноалмазов.
8. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура ДНА. Практическое использование.
9. Неуглеродные нанотрубки. Классификация неуглеродных нанотрубок. Функциональные свойства и практическое использование неуглеродных нанотрубок.
10. Нановискеры (нитевидные нанокристаллы, ННК). Разновидности нановискеров. Получение ННК. Гетероструктуры на основе ННК. Нановискеры феллерена.
10. Углеродные нанотрубки. Понятие одностенных углеродных нанотрубок, информация об их строении и методах получения. Обсуждение природы химической связи в нанотрубках и основных отличий одностенных и многостенных УНТ.
11. Углеродные нанотрубки. Понятие многостенных углеродных нанотрубок, информация об их строении и методах получения.
12. Фуллерен. Понятие фуллерена, строение и получение фуллеренов. Обсуждение перспектив химического модифицирования и практического использования фуллеренов.
13. Графен. Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Химическое модифицирование и практическое использование графена.
14. Наноалмаз. Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Получение и практическое использование наноалмаза.
15. Модуль Юнга и закон Холла - Петча. Механические свойства наносистем. Применение макроскопических (обычных) законов механики к наносистемам.
16. Неуглеродные нанотрубки. Понятие неуглеродных нанотрубок. Обсуждение функциональных свойств и практического использования различных неуглеродных нанотрубок.
17. Нановискеры (нитевидные нанокристаллы, ННК). Разновидности нановискеров. Получение ННК. Гетероструктуры на основе ННК. Нановискеры феллерена. Потенциальное применение нановискеров.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.
2. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-93208-550-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176410> (дата обращения: 22.04.2022).
3. Углеродные материалы : учебное пособие / Т. В. Комарова, С. В. Вержичинская. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 192 с. : ил. - Библиогр.: с. 191-192. - ISBN 978-5-7237-1040-5

Б. Дополнительная литература

1. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: Учебн.пособие. —М.: Университетская книга, Логос, 2006.-376 с.
2. Поленов, Ю. В. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник / Ю. В. Поленов, Е. В. Егорова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-4113-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207023> (дата обращения: 22.04.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
3. Международный научно-исследовательский журнал «Материалы будущего», ISSN 2227-6017
4. Journal «Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures», ISSN 1536-4046
5. Journal «Nanomaterials», ISSN 1687-4110
6. Научная электронная библиотека www.sciencedirect.com.
7. База данных Роспатента www.fips.ru
8. Патентная база данных <http://ep.espacenet.com>
9. База данных научных статей <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);

- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «**Материаловедение и технологии материалов**»);

- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н;

- Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н;

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.05.2023);

- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 30.05.2023);

- Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf (дата обращения: 30.05.2023);

- Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева 26.11.2020 № 117ОД

[Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 30.05.2023).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.05.2023).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс *«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»* включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение учебного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого модуля заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ и реферативно-аналитических работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине *«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»*, является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области исследования, создания и производства углеродных наноматериалов различного назначения.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие материал, демонстрационные фильмы. Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные,

справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
3.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
5.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да

№ п. п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	PowerPoint 365 Microsoft Teams				
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Нет

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1	Знает: - модификации углерода, структуру и свойства углеродных наноматериалов; Умеет: - использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов; Владеет: - навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной форме.	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за реферативно-аналитическую работу №1.
Раздел 2	Знает: возможности использования углеродных наноматериалов; Умеет: критически анализировать научные публикации; Владеет: навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в письменной форме.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за реферативно-аналитическую работу №2.

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая культура и спорт»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

Головиной Верой Анатольевной, проф., к.п.н., зав. каф. физвоспитания

Акуловой Татьяной Николаевной, доцентом кафедры физвоспитания

Носик Оксаной Владимировной, доцентом кафедры физвоспитания

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания
«11» июня 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева**. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение **одного** семестра.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической культуры и спорта.

Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования средств физической культуры и спорта для сохранения и укрепления своего здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – заключаются в обучении знаниям и навыкам в области физической культуры и спорта, необходимых для:

- самостоятельного поддержания своего физического здоровья методами физической культуры;
- повышения работоспособности;
- формирования здорового образа жизни.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** преподается в **1-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и

		нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- нормы здорового образа жизни;
- основные здоровьесберегающие технологии;
- методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.

Уметь:

- применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности;
- использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья;
- предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте

Владеть:

- навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта;
- системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для дисциплин, изучаемых в течение одного семестра:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,1	40	30
Лекции	0,2	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа	0,9	32	24
Контактная самостоятельная работа (<i>АттмК</i>)	0,9	0,1	0,075
Самостоятельная подготовка и выполнение заданий текущего контроля		0,8	0,6
Вид итогового контроля	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек	Прак. зан.	СР
1.	Раздел 1. Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы	16	2	8	6
1.1	Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека	7	1	4	2
1.2	Основы организации физического воспитания	9	1	4	4
2.	Раздел 2. Социально-биологические основы физической культуры и спорта	18	2	8	8
2.1	Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма	9	1	4	4
2.2	Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни	9	1	4	4
3.	Раздел 3. Индивидуальный выбор видов спорта и систем физических упражнений	20	2	8	10
3.1	Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.	10	1	4	5
3.2	История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности.	10	1	4	5
4	Раздел 4. Медико-биологические основы физической культуры и спорта	18	2	8	8
3.1	Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки.	7	1	4	4
3.2	Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями	11	1	4	6
	ИТОГО	72	8	32	32

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы

1.1. Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека.

Физическая культура и спорт, как учебная дисциплина ФГОС ВО. Цели, задачи и место дисциплин физического воспитания в вузе. Основные понятия и термины физической культуры.

1.2. Основы организации физического воспитания.

Принципы социальной системы физической культуры и спорта. Формирование личности в процессе физического воспитания, объективные и субъективные факторы. Физическая культура и спорт как средства сохранения и укрепления здоровья студентов, их физического и спортивного совершенствования.

Раздел 2. Социально-биологические основы физической культуры и спорта

2.1. Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма.

Виды физической культуры. Роль отдельных систем организма в обеспечении физического развития. Утомление и переутомление при физической и умственной работе. Основные факторы производственной среды неблагоприятное влияние на организм человека. Обеспечение устойчивости к физической и умственной нагрузке средствами физической культуры и спорта. Воздействие внешней среды на организм человека, и роль двигательной функции в процессе повышения адаптационных возможностей организм.

2.2. Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни.

Здоровье человека как ценность и факторы, его определяющие. Понятие «здоровье», его содержание, критерии. Ценностные ориентации студентов на здоровый образ жизни. Влияние образа жизни и условий окружающей среды на здоровье. Государственная политика в области охраны здоровья населения. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Содержательные особенности составляющих здорового образа жизни. Вредные привычки и их профилактика. Основы здорового питания. Профилактика заболеваний. Медико-гигиеническое воспитание и обучение занимающихся.

Раздел 3. Индивидуальный выбор видов спорта и систем физических упражнений.

3.1. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

Общая физическая подготовка, цели и задачи. Мотивация и направленность самостоятельных занятий, формы и содержание. Физические упражнения, как средство физической культуры. Основные классификации физических упражнений. Содержание, закономерности оздоровительной тренировки. Средства и методы. Контроль и дозирование нагрузки. Границы интенсивности в зависимости от возрастной и гендерной принадлежности. Организация и планирование самостоятельных занятий. Массовый спорт и спорт высших достижений. Типология видов спорта, национальные виды спорта. Студенческий спорт. Закономерности и тенденции развития и оценки спортивных результатов. ЕВСК.

3.2. История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности.

Характеристика основных физических качеств, методы развития. Составление примерных комплексов упражнений заданной функциональной направленности. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Краткие аспекты истории спорта. Выбор видов спорта. Правила соревнований в избранном виде спорта. Основы планирования, организации, и проведения спортивных мероприятий. Формирование психических качеств в процессе спортивной подготовки.

Раздел 4. Медико-биологические основы физической культуры и спорта

4.1. Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки.

Воздействие физической тренировки на основные функциональные системы организма. Опорно-двигательный аппарат, двигательные функции и навыки. Физиологические механизмы и закономерности совершенствования под воздействием направленной физической тренировки. Контроль и дозирование нагрузки. Механизмы энергообеспечения в тренировочном процессе.

4.2. Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями.

Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физическими упражнениями. Врачебный контроль и его содержание. Самоконтроль основные методы, и критерии оценки, объективные и субъективные показатели. Медико-биологические средства восстановления. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Изменение состояния организма студента под влиянием различных режимов и условий обучения, общие закономерности изменения работоспособности студентов в ходе учебного процесса. Средства физической культуры, как инструмент самоконтроля при регулировании психоэмоционального состояния занимающихся. Профилактика спортивного травматизма. Оказание первой помощи.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
	Знать:					
1	– нормы здорового образа жизни	+	+	+		
2	– основные здоровьесберегающие технологии;	+	+	+	+	
3	– методы и средства поддержания уровня физической подготовленности		+	+	+	
	Уметь:					
4	– применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности	+	+	+	+	
5	– использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья		+	+	+	
6	– предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте		+	+	+	
	Владеть:					
7	– навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта		+	+	+	
8	– системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i> :						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
15	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.	+	+	+	+
		УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях	+	+	+	+

	и профессиональной деятельности	повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни				
			+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия (лекции)

Примерные темы лекционных занятий по дисциплине

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий (лекций)	Часы
1	Раздел 1.1.	Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы. Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека. Физическая культура и спорт, как учебная дисциплина ФГОС ВО. Цели, задачи и место дисциплин физического воспитания в вузе. Порядок реализации дисциплин ФКиС и ЭЛФКиС в РХТУ, требования к зачету.	1
2	Раздел 1.2.	Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы. Основы организации физического воспитания. Принципы социальной системы физической культуры и спорта. Формирование личности в процессе физического воспитания, объективные и субъективные факторы. Физическая культура и спорт как средства сохранения и укрепления здоровья студентов, их физического и спортивного совершенствования.	1
3	Раздел 2.1.	Социально-биологические основы физической культуры и спорта Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма. Виды физической культуры. Роль отдельных систем организма в обеспечении физического развития. Утомление и переутомление при физической и умственной работе. Основные факторы производственной среды неблагоприятное влияние на организм человека. Обеспечение устойчивости к физической и умственной нагрузке средствами физической культуры и спорта. Воздействие внешней среды на организм человека, и роль двигательной функции в процессе повышения адаптационных возможностей организм.	1
4	Раздел 2.2.	Социально-биологические основы физической культуры и спорта. Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни. Здоровье человека как ценность и факторы, его определяющие. Понятие «здоровье», его содержание, критерии. Ценностные ориентации студентов на здоровый образ жизни. Влияние образа жизни и условий окружающей среды на здоровье. Государственная политика в области охраны здоровья населения. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Содержательные особенности составляющих здорового образа жизни. Вредные привычки и их профилактика. Основы здорового питания. Профилактика заболеваний. Медико-гигиеническое воспитание и обучение занимающихся	1

5	Раздел 3.1	Индивидуальный выбор видов спорта и систем физических упражнений. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями. Общая физическая подготовка, цели и задачи. Мотивация и направленность самостоятельных занятий, формы и содержание. Физические упражнения, как средство физической культуры. Основные классификации физических упражнений. Содержание, закономерности оздоровительной тренировки. Средства и методы. Контроль и дозирование нагрузки. Границы интенсивности в зависимости от возрастной и гендерной принадлежности. Организация и планирование самостоятельных занятий. Массовый спорт и спорт высших достижений. Типология видов спорта, национальные виды спорта. Студенческий спорт. Закономерности и тенденции развития и оценки спортивных результатов. ЕВСК.	1
6	Раздел 3.2	История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности. Характеристика основных физических качеств, методы развития. Составление примерных комплексов упражнений заданной функциональной направленности. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Краткие аспекты истории спорта. Выбор видов спорта. Правила соревнований в избранном виде спорта. Основы планирования, организации, и проведения спортивных мероприятий. Формирование психических качеств в процессе спортивной подготовки.	1
7	Раздел 4.1	Медико-биологические основы физической культуры и спорта Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки. Воздействие физической тренировки на основные функциональные системы организма. Опорно-двигательный аппарат, двигательные функции и навыки. Физиологические механизмы и закономерности совершенствования под воздействием направленной физической тренировки. Контроль и дозирование нагрузки. Механизмы энергообеспечения в тренировочном процессе.	1
8	Раздел 4.2	Медико-биологические основы физической культуры и спорта Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями. Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физическими упражнениями. Врачебный контроль и его содержание. Самоконтроль основные методы, и критерии оценки, объективные и субъективные показатели. Медико-биологические средства восстановления. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Изменение состояния организма студента под влиянием различных режимов и условий обучения, общие	1

		закономерности изменения работоспособности студентов в ходе учебного процесса. Средства физической культуры, как инструмент самоконтроля при регулировании психоэмоционального состояния занимающихся. Профилактика спортивного травматизма. Оказание первой помощи.	
	Всего в 1 семестре:		8 часов

6.2. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий		Часы
		Общая физическая подготовка	Адаптивная физическая культура	
1	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Бег на короткие дистанции (30, 60, 100 м). Техника старта. Стартовый разгон. Бег по дистанции. Финишный рывок.	Адаптивная физическая культура. Основы терренкура. Техника выполнения упражнений.	2
2	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Челночный бег. Техника выполнения старта в челночном беге. Старт и стартовый разгон. Техника выполнения разворота. Финиширование.	Адаптивная физическая культура. Основы скандинавской ходьбы. Техника работы с оборудованием, движений и дыхания.	2
3	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Бег на длинные дистанции (кроссовая подготовка). Техника старта. Бег по дистанции. Дыхание. Финишное ускорение.	Адаптивная физическая культура. Пеший кросс по пересеченной местности. Техника и самоконтроль при движении по дистанции.	2
4	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Прыжок в длину с места. Замах. Толчок. Полет. Приземление. Бег с ускорением.	Адаптивная физическая культура. Аэробная тренировка с использованием лыжных палок.	2
5	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Сила. Общеразвивающие упражнения с отягощениями, с собственным весом.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для коррективы нарушений опорно-двигательного аппарата.	2
6	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Гибкость. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для коррективы зрения.	2

7	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Ловкость. Координация. Метание мяча. Замах. Позиция ног во время броска. Бросок.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для профилактики плоскостопия.	2
8	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Общая выносливость. Кросс, бег по пересеченной местности.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для профилактики кардиосистемы и органов дыхания.	2
9	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц рук и плечевого пояса. Упражнения с собственным весом. Упражнения с отягощениями. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для профилактики профессиональных заболеваний.	2
10	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц спины. Упражнения с собственным весом. Упражнения с отягощениями. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (гимнастическая палка)	2
11	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц ног. Упражнения с собственным весом. Упражнения с отягощениями. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (мяч фитбол)	2
12	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц брюшного пресса. Упражнения с собственным весом. Упражнения с	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (скакалка)	2

		отягощениями. Упражнения в парах.		
13	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Строевые упражнения.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (теннисный мяч)	2
14	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Эстафеты. Подвижные игры.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (степ платформа, гимнастическая скамейка)	2
15	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Гимнастические упражнения.	Адаптивная физическая культура. Коррекционно-развивающие игры.	2
16	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Гигиеническая гимнастика.	Адаптивная физическая культура. Гигиеническая гимнастика.	2
Всего в 1 семестре:			32 часа	

6.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение лекционного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ (см. рекомендуемые источники научно-технической информации);
- подготовку к выполнению тестовых заданий по материалу лекционного курса;
- подготовку и выполнение тематической исследовательской работы (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Важным критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных практических занятий, выполнение всех предусмотренных рабочей программой дисциплины на данный семестр учебный семестр заданий текущего контроля (контрольных нормативов, тестов, заданий раздела самостоятельной работы) для групп общей физическо и адаптивной физической подготовки.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из баллов за практические занятия (максимально 32 балла), баллов за выполнения контрольных нормативов (максимально 28 баллов), оценок за выполнение 3-х тестовых заданий после изучения разделов дисциплины или одного итогового тестового задания по всему изученному материалу дисциплины. (максимальная оценка 24 балла), выполнения тематической исследовательской работы (ТИР – максимальная оценка 16 баллов). *Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

Месяц	Лекции	Практические занятия		Самостоятельная работа	Текущий контроль			
	Часы	Часы	Баллы	Освоенные часы	Вид контроля	баллы	Вид контроля (контрольные нормативы)	баллы
Сентябрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тестового задания	Тестовое задание	8 баллов	КН-1 КН-2	4 балла 4 балла
Октябрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тестового задания	Тестовое задание	8 баллов	КН-3 КН-4 КН-5	4 балла 4 балла 4 балла
Ноябрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тестового задания	Тестовое задание	8 баллов		
Декабрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тематической исследовательской работы (ТИР)	Тематич. исследовательская работа (ТИР)	16 баллов	КН-6 КН-7	8 баллов
						40 баллов		28 баллов
Всего в семестре	8 час	32 часа/32 балла		32 часа		68 баллов		
ИТОГО	72 часа / 100 баллов							

8.1. Примерные темы для исследовательской работы (ТИР)

Для текущего контроля предусмотрено выполнение тематической исследовательской работы (ТИР). Максимальная оценка задания составляет 16 баллов.

Вариант 1

1. Физические упражнения, как средство развития и укрепления опорно-двигательной системы человека.
2. Система Амосова (режим 1000 движений).
3. Пищеварительная система. Метаболизм под воздействием физических нагрузок.
4. Сердечно-сосудистая система и влияние на нее тренировочного процесса.
5. Разнообразие и методики систем дыхательных упражнений.
6. Примерный комплекс упражнений гигиенической гимнастики для профессиональной направленности технологического профиля.
7. Типология видов спорта.
8. Лечебная физкультура при заболеваниях органов дыхания.
9. Туризм – как средство физического воспитания.
10. Лечебная физическая культура при ожирении.
11. Примерный комплекс физических упражнений для укрепления мышечного корсета.
12. Профилактика заболеваний средствами физической культуры.
13. Шейный отдел позвоночника.
14. Глубокие мышцы спины.
15. Технология проведения спортивно-массовых физкультурных мероприятий.
16. Трапециевидная мускулатура.
17. Виды мышц.
18. Средства и методы развития силовых способностей.
19. Взаимосвязь координации движений с отдельными показателями умственных способностей.
20. Выносливость и методика её воспитания.
21. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния.
22. Спорт как способ объединения людей.
23. Российский спорт в олимпийском движении.
24. Источники энергии для физической активности.
25. Основы рационального питания.
26. Вода и тренировки: зачем пить воду.
27. Расстройства пищевого поведения.
28. Средства восстановления после утомления.
29. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни.
30. Спорт и допинг.
31. Психомоторная деятельность организма.
32. Образование двигательного навыка.
33. Мышечная система и ее функции.
34. Классификация видов и средств двигательной активности.
35. Сенсорные системы организма.
36. Физическая тренировка и функции дыхания.
37. Здоровье человека и факторы его определяющие.
38. Методические принципы спортивной тренировки.
39. Воздействие физической тренировки на кровеносную систему.
40. Интенсивность физической нагрузки. Зоны интенсивности по ЧСС.

Вариант 2

1. Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе (Происхождение физических упражнений и игр; Игры и физические упражнения в родовом обществе).
2. ФКиС в государствах древнего мира (Древний Восток; Древняя Греция; Олимпийские праздники и другие гимнастические агоны; Древний Рим).
3. ФКиС в средние века (Европа; Азия, Африка, Америка; Возвращение забытых олимпийских традиций).
4. Становление и развитие научно-педагогических основ физического воспитания и спорта (Гимнастические системы; Физическое воспитание и спорт в колониальных и зависимых странах; Любительский и профессиональный спорт; Физическое воспитание и спорт накануне и в годы первой мировой войны).
5. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны (Германия, Италия, Япония); США, Франция, Великобритания, Скандинавские и другие страны).
6. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны (Развитие рабочего спорта в странах мира; Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой войны).
7. ФКиС после второй мировой войны (Развитые страны Запада: а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях; б) самостоятельное спортивно-гимнастическое движение).
8. ФКиС после второй мировой войны (Развивающиеся страны: а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях; б) самостоятельное спортивно-гимнастическое движение).
9. ФКиС после второй мировой войны (Бывшие социалистические страны (конец 40-х – конец 80-х гг.)).
10. ФКиС после второй мировой войны (Страны мира в конце XX века).
11. ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века (Физические упражнения и игры до образования древнерусского государства (до IX в. н.э.);
12. Физическая культура в Российском государстве (IX-XVII вв.);
13. Вопросы физического воспитания в медицинской и педагогической литературе эпохи Средневековья.
14. ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в. (Введение физического воспитания в учебных заведениях; Военно-физическая подготовка в русской армии; - Физическое воспитание и спорт в быту народов Российской империи; Спорт и игры в быту дворянства; Развитие педагогической и естественнонаучной мысли в области физического воспитания).
15. Развитие ФКиС во второй половине XIX века (развитие идейно-теоретических и научных основ системы физического воспитания и спорта; Учение П.Ф. Лесгафта о физическом образовании и его педагогическая деятельность).
16. Развитие ФКиС во второй половине XIX века (Физическая подготовка в учебных заведениях и в армии; Создание спортивных клубов и развитие спорта).
17. Вступление России в олимпийское движение.
18. ФКиС в начале XX века (Общественное движение и русский спорт; Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях; Развитие теории и методики физического воспитания и спорта).
19. ФКиС в начале XX века (Развитие спорта и участие русских спортсменов в международных соревнованиях; Первые олимпийские старты русских спортсменов. Последователи Бутовского А.Д., Всероссийские олимпиады).
20. Русский спорт в годы первой мировой войны.
21. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг. (Состояние спортивно-гимнастического движения в период от февраля до октября 1917 г.; Всеобщий спорт).

22. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг. (Преобразования в области физического воспитания в школах; Первые успехи советского физкультурного движения; Выход из олимпийского движения).
23. Развитие ФКиС в 20-е годы (Переход на новые формы и методы организации физического воспитания и руководства физкультурным движением; от кружков физкультуры – к спортивным секциям; Трудное начало международных спортивных связей).
24. ФКиС в годы Великой отечественной войны (Военно-физическая подготовка населения страны в годы войны; Советские спортсмены на фронтах войны; Физкультурная работа в тылу страны).
25. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР (Восстановление и дальнейшее развитие физкультурного движения; Спартакиады народов СССР).
26. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР (Развитие науки о физическом воспитании и спорте; Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях).
27. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг. (Выход на мировую спортивную арену; Возвращение в олимпийское сообщество; Советские спортсмены на олимпийских играх).
28. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг. (Рост авторитета отечественного спорта на чемпионатах мира, Европы и других соревнованиях).
29. ФКиС в России после распада СССР (Создание Олимпийского комитета России; Развитие физкультурно-спортивных общественных организаций).
30. ФКиС в России после распада СССР (Развитие спортивной науки; Спорт, соревнования, спартакиады).
31. ФКиС в России после распада СССР (Развитие спорта инвалидов; Профессионализация спорта).
32. Российский спорт в международном спортивном и олимпийском движении (Расширение международных спортивных связей; Спортсмены России на Играх Олимпиад и Зимних олимпийских играх).
33. Подготовка к играм (указывается очередность игр, город и страна проведения и порядковый номер)
34. Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения (Первый Международный атлетический конгресс; От олимпийской идеи – к практике олимпийского движения).
35. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века: (Расширение международного спортивного движения, Игры Олимпиад и Зимние Олимпийские игры).
36. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века (МОК и его президенты. Олимпийские конгрессы).
37. Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века: (Олимпизм, МОК и его президенты во второй половине XX в.).
38. Игры олимпиад (летние);
39. Зимние Олимпийские игры;
40. Продолжение олимпийских традиций (Паралимпийские игры, Специальные игры, Дефлимпийские игры).

8.2. Примерные вопросы для текущего контроля освоения разделов дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено выполнение 3-х тестовых заданий (три тестовых задания изучению разделов дисциплины или одно итоговое тестовое задание по всему изученному материалу дисциплины). Максимальная оценка за выполнение первого, второго и третьего тестового задания составляет 8 баллов, за выполнение одного итогового тестового задания 24 балла (1 семестр). Максимальная оценка за все тестовые задания дисциплины в первом семестре составляет 24 балла.

Раздел 1. Примеры вопросов к тестовому заданию № 1.

Задание содержит 20 вопросов, максимально 8 баллов

Вопрос 1.1.

Физическая культура – это:

- А) Использование физических упражнений для отдыха и восстановления работоспособности после трудовой или учебной деятельности.
- Б) Часть общей культуры, направленная на физическое совершенствование, сохранение и укрепление здоровья человека в процессе осознанной двигательной активности.
- В) Использование физических упражнений для восстановления после перенесенных заболеваний и травм.
- Г) Образовательный урок в образовательной организации.

Вопрос 1.2.

Физическое воспитание это:

- А) Тренировочный процесс, направленный на морфологическое и функциональное совершенствование организма человека, повышение уровня физических качеств, формирование и развитие двигательных навыков, сохранение и укрепление здоровья.
- Б) Педагогический процесс, направленный на морфологическое и функциональное совершенствование организма человека, повышение уровня физических качеств, формирование и развитие двигательных навыков, сохранение и укрепление здоровья.
- В) Процесс развития физических способностей на уровне этапа высшего спортивного мастерства.
- Г) Система физических упражнений, предполагающая выполнение упражнений преимущественно статического характера, направленных на физическое и духовное совершенствование.

Вопрос 1.3.

Укажите, какое понятие (термин) подчеркивает прикладную направленность физического воспитания к трудовой или иной деятельности:

- А) Физическая подготовка.
- Б) Физическое совершенство.
- В) Физическая культура.
- Г) Физическое состояние

Вопрос 1.4.

Укажите, что послужило основой (источником) возникновения физического воспитания в обществе:

- А) Результаты научных исследований;
- Б) Прогрессивные идеи о содержании и путях воспитания гармонически развитой личности;
- В) Осознанное понимание людьми явления упражняемости (повторяемости действий).
- Г) Понимание важности, так называемой предварительной подготовки человека к жизни и установление связи между ними.

Вопрос 1.5.

На современном этапе развития общества основными критериями физического совершенства служат:

- А) Показатели телосложения.
- Б) Показатели здоровья.
- В) Уровень и качество сформированных двигательных умений и навыков.
- Г) Нормативы и требования государственных программ по физическому воспитанию в сочетании с нормативами единой спортивной классификации.

Вопрос 1.6.

Перечислите дополнительные средства физической культуры для повышения общей и профессиональной работоспособности:

- А) Спортивное оборудование.
- Б) Тренажеры, массажёры.
- В) Правильное питание.
- Г) Повышение профессиональной квалификации.

Вопрос 1.7.

Спорт это:

- А) Системное освоение человеком рациональных способов управления своими движениями, приобретение таким путем необходимого в жизни фонда двигательных умений, навыков и связанных с ними знаний.
- Б) Специфическая форма культурной деятельности человека и общества, направленная на раскрытие двигательных возможностей человека в условиях соперничества.
- В) Неспециализированный процесс физического воспитания, направленный на общие предпосылки успеха в различных видах деятельности.
- Г) Составная часть физической культуры, собственно соревновательная деятельность, специальная подготовка к ней, специфические межличностные отношения.

Вопрос 1.8.

В каком году был основан первый Институт физической культуры в России

- А) 1986 год
- Б) 1999 год
- В) 1918 год
- Г) 1956 год

Вопрос 1.9.

В чем заключается рекреативная функция физической культуры

- А) В использовании средств оздоровительной физической культуры в обеспечении полноценного отдыха, восстановления физических и психических сил с учетом характера и специфики производственного утомления.
- Б) В организации классификационных спортивных стартов на национальном уровне.
- В) В использование с лечебной и профилактической целью физических упражнений и природных факторов в комплексном процессе восстановления здоровья, физического состояния и трудоспособности больных и инвалидов.
- Г) В целесообразном использовании знаний, средств, методов и условий, позволяющее направленно воздействовать на развитие спортсмена и обеспечивать необходимую степень его готовности к спортивным достижениям.

Вопрос 1.10.

Что не относится к основным социальным принципам физической культуры:

- А) Принцип оздоровительной направленности.
- Б) Принцип всестороннего гармоничного развития личности.
- В) Принцип связи с практической общественно-значимой деятельностью.
- Г) Принцип непрерывности.

Вопрос 1.11.

Укажите основные оздоровительные задачи физического воспитания:

- А) Охрана и укрепление здоровья учащихся.
- Б) Достижение полноценного физического развития, гармоничного телосложения.
- В) Повышение умственной и физической работоспособности.
- Г) Воспитание активности, самостоятельно и нравственно-волевых черт личности.

Вопрос 1.12.

В чем заключается сущность профессиональной направленности физического воспитания:

- А) В приобретении студентами необходимых знаний по основам теории, методики и организации физического воспитания и спортивной тренировки, подготовка к работе в качестве общественных инструкторов, тренеров и судей.
- Б) В достижении полноценного физического развития, гармоничного телосложения.

В) В эффективном использовании средств физической культуры с целью преимущественного развития физических качеств и навыков, характерных для той или иной профессии.

Г) В расширении возможностей приспособления организма человека к различным жизненным ситуациям, формированию потребности в движениях, физических нагрузках.

Вопрос 1.13.

Физическое воспитание взаимосвязано с:

А) Умственным и эстетическим воспитанием.

Б) Нравственным воспитанием.

В) Трудовым воспитанием, эстетическим.

Г) Все ответы верные.

Вопрос 1.14.

Для проведения практических занятий по физическому воспитанию формируются три учебных отделения:

А) Основное, спортивного совершенствования, специальное медицинское.

Б) Подготовительное, специальное, альтернативное.

В) Спортивное, неспортивное, общее.

Г) Общее, дополнительное, спортивного совершенствования.

Вопрос 1.15.

При освоении часов раздела самостоятельной работы по дисциплине «Физическая культура и спорт» студентами осуществляется:

А) Самостоятельное проведение занятий по физической культуре.

Б) Выполнение расчётно-графических и лабораторных работ.

В) Подготовка к выполнению тестовых заданий.

Г) Выполнение контрольных нормативов.

Вопрос 1.16.

Физическая культура, как составная часть общей культуры человека, возникла:

А) На основании имеющихся научных разработок человека.

Б) На основе развития трудовой, бытовой и иных видов деятельности первобытного человека.

В) В следствии изменения климатических условий на земле.

Г) В связи с необходимостью людей принимать участие в состязаниях и соревнованиях.

Вопрос 1.17.

В настоящее время высшим достижением в физической культуре современного мира является:

А) Киберспорт.

Б) Антидопинговая политика.

В) Олимпийское движение.

Г) Современные средства реабилитации.

Вопрос 1.18.

На основании какого документа осуществляется распределение по отделениям студентов для допуска к занятиям физической культурой в вузе:

А) Студенческий билет.

Б) Удостоверение о выполнении норм комплекса ГТО.

В) Заявление студента.

Г) Заключение (медицинская справка) о группе здоровья.

Вопрос 1.19.

В какой период становления физической культуры происходило интенсивное развитие науки о физическом воспитании:

А) В начале 1990 г.

Б) В 18-19 веках.

В) После 1917г.

Г) В 70-х годах 20-го века.

Вопрос 1.20.

Кто является основоположником международного Олимпийского движения:

А) Барон Пьер де Кубертен.

Б) Анри де Байле – Латур

В) Эвери Брандейдж

Г) Хуан Антонио Самаранч

Раздел 2. Примеры вопросов к тестовому заданию № 2.

Задание содержит 20 вопросов, максимально 8 баллов

Вопрос 2.1.

Какой фактор не влияет на здоровье и продолжительность жизни человека?

А) Генетика.

Б) Образ жизни.

В) Здоровоохранение.

Г) Образование.

Вопрос 2.2.

Что такое гиподинамия?

А) Болезнь, возникающая при избытке движения.

Б) Болезнь, возникающая при недостатке движения.

В) Болезнь, возникающая при недостатке сна.

Г) Болезнь, возникающая при недостатке питательных веществ.

Вопрос 2.3.

Какую функцию не выполняют кожные покровы?

А) Питание.

Б) Защита внутренней среды организма.

В) Выделение из организма продуктов обмена веществ.

Г) Терморегуляция.

Вопрос 2.4.

Что такое личная гигиена?

А) Перечень правил для предотвращения инфекционных заболеваний.

Б) Совокупность гигиенических правил, выполнение которых способствует сохранению и укреплению здоровья.

В) Правила ухода за телом, кожей, зубами.

Г) Выполнение медицинских мероприятий по профилактике заболеваний.

Вопрос 2.5.

Какие 2 органических вещества являются основными источниками энергии?

А) Жиры и белки.

Б) Белки и углеводы.

В) Углеводы и минеральные соли.

Г) Углеводы и жиры.

Вопрос 2.6.

Гомеостаз – это:

А) Совокупность реакций, обеспечивающих поддержание и восстановление относительно динамического постоянства внутренней среды и некоторых функций организма.

Б) Химическое изменение состава крови под воздействием физической нагрузки.

В) Кровообращение, обмен веществ и терморегуляция организма в течение двигательной активности человека.

Г) Различные свойства и приспособления организма к условиям жизни, к развитию и размножению.

Вопрос 2.7.

Гипокинезия – это:

- А) Особое состояние организма, обусловленное недостаточностью двигательной активности человека.
- Б) Неврологическое, функциональное расстройство организма после двигательной активности человека.
- В) Малоподвижный, сидячий образ жизни.
- Г) Особое состояние организма, обусловленное повышенной двигательной активностью.

Вопрос 2.8.

Гиподинамия – это:

- А) Изменение водно-солевого баланса и деминерализация костей.
- Б) Совокупность отрицательных морфофункциональных изменений в организме вследствие гипокинезии.
- В) Совокупность отрицательных морфофункциональных изменений в организме вследствие выполненной физической нагрузки.
- Г) Повышенная двигательная активность, изменения психофизиологических свойств организма.

Вопрос 2.9.

Утомление – это:

- А) Функциональное состояние, выражающиеся в длительном снижении эффективности работоспособности.
- Б) Функциональное состояние, временно возникающее под влиянием продолжительной и интенсивной работы и приводящее к снижению её эффективности.
- В) Это критическое состояние организма вследствие длительной физической нагрузки.
- Г) Функциональное состояние, вызывающее патологические изменения в организме.

Вопрос 2.10.

Восстановление – это:

- А) Изменение функционального состояния организма, происходящее в короткий интервал времени до уровня хорошего самочувствия.
- Б) Процесс устранения продуктов распада из внутренней среды организма после длительной физической нагрузки.
- В) Процесс, происходящий в организме после прекращения работы и заключающийся в постепенном переходе физиологических и биохимических функций к исходному состоянию.
- Г) Это состояние организма после тренировочных нагрузок, когда уровень функционирования систем организма превышает исходный.

Вопрос 2.11.

Переутомление – это:

- А) Состояние организма, при котором работоспособность человека временно снижена.
- Б) Небольшая усталость организма вследствие физической нагрузки.
- В) Патологическое состояние организма. Проявляется в виде невроза, нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы, ухудшения спортивного результата.
- Г) Состояние организма, при котором периодически развивается брадикардия, понижается артериальное давление, появляется отдышка.

Вопрос 2.12.

Определение понятия «Здоровье». Здоровье – это:

- А) Состояние полного физического, умственного и бытового благополучия.
- Б) Состояние отсутствия каких-либо заболеваний.
- В) Естественное состояние организма без болезней или недомогания.
- Г) Нормальное психосоматическое состояние человека, отражающее его полное физическое, психическое и социальное благополучие и обеспечивающее полноценное выполнение трудовых, социальных и биологических функций.

Вопрос 2.13.

Основные критерии, определяющие степень здоровья:

- А) Уровень жизнеустойчивости организма.
- Б) Широта его адаптационных возможностей.
- В) Биологической активности органов и систем, их способности к регенерации.
- Г) Все ответы верны.

Вопрос 2.14.

Здоровый образ жизни – это:

- А) Совокупность форм и способов жизнедеятельности личности, основанная на нормах, ценностях деятельности и укрепляющая адаптивные возможности организма.
- Б) Комплекс мер, направленных на улучшение здоровья и профилактику патологических процессов в организме.
- В) Поведение и мышление человека, обеспечивающие ему охрану здоровья.
- Г) Все ответы верны.

Вопрос 2.15.

Меры профилактики переутомления:

- А) «Посидеть» 3-4 минуты.
- Б) Сменить вид деятельности.
- В) «Прекратить» выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнять их рекомендации.
- Г) Успокоиться, отдохнуть и продолжить физическую активность.

Вопрос 2.16.

Предстартовая лихорадка:

- А) Повышение возбудимости и лабильности (подвижности) двигательного аппарата.
- Б) Резко выраженные тормозные процессы, повышающие двигательную активность.
- В) Оптимальная степень нервного и эмоционального возбуждения.
- Г) Резко выраженные процессы возбуждения, приводящие к необоснованному повышению вегетативных сдвигов.

Вопрос 2.17.

Виды адаптации:

- А) Совокупность изменений в организме, обеспечивающих постоянство внутренней среды.
- Б) Совокупность изменений, приводящих к мобилизации и развитию энергетических ресурсов организма.
- В) Совокупность изменений при непосредственном воздействии какого-либо фактора.
- Г) Все перечисленные функции.

Вопрос 2.18.

Занятия физическими упражнениями отличаются от трудовых:

- А) Интенсивностью.
- Б) Задачами.
- В) Местом проведения.
- Г) Большой физической нагрузкой.

Вопрос 2.19.

Гипоксия – это:

- А) кислородное перенасыщение.
- Б) кислородное голодание.
- В) заболевание нервной системы человека.
- Г) нервное расстройство, возникшее вследствие длительного стресса.

Вопрос 2.20.

Что такое закаливание?

- А) Повышение устойчивости организма к факторам среды, путем систематического их воздействия на организм.
- Б) Длительное пребывание на холоде, с целью привыкания к низким температурам.
- В) Перечень процедур для воздействия на организм холода.

Г) Купание в зимнее время.

Разделы 3.

Раздел 4.

Примеры вопросов к тестовому заданию № 3.

Задание содержит 20 вопросов, максимально 8 баллов.

Вопрос 3.1.

Что является источником энергии в организме?

- А) Аденозинтрифосфорная кислота.
- Б) Гликоген.
- В) Углеводы.
- Г) Жировые запасы.

Вопрос 3.2.

Что включает в себя основной обмен?

- А) Поддержание постоянной температуры тела.
- Б) Поддержание работы сердца и мозга.
- В) Обеспечение работы внутренних органов.
- Г) Обеспечение работы дыхательной системы.

Вопрос 3.3.

Какие функции выполняет опорно-двигательный аппарат?

- А) Опорная.
- Б) Двигательная.
- В) Защитная.
- Г) Все ответы верны.

Вопрос 3.4.

Что не относится к компонентам здорового образа жизни?

- А) Ежедневная двигательная активность;
- Б) Закаливание;
- В) Наличие вредных привычек, гиподинамия.
- Г) Соблюдение режима труда и отдыха, рациональное питание.

Вопрос 3.5.

На что влияют физические упражнения?

- А) Улучшение состояния сердечно-сосудистой системы.
- Б) Снижение уровня развития физических качеств.
- В) Повышение умственной работоспособности.
- Г) Улучшение состояние дыхательной системы

Вопрос 3.6.

Здоровье – это (по определению ВОЗ)?

- А) Полное физическое и психическое благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.
- Б) Полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.
- В) Отсутствие болезней или физических дефектов.
- Г) Хорошая реакция и самочувствие при физических нагрузках и внешних воздействиях окружающей среды.

Вопрос 3.7.

Каковы основные ошибки в питании современного человека?

- А) Высокая калорийность продуктов.
- Б) Большое количество рафинированных продуктов.
- В) Соблюдение режима питания.

Г) Недостаточное потребление фруктов и овощей, потребление продуктов с высоким содержанием веществ с индексом Е.

Вопрос 3.8.

Физическое здоровье человека – это?

- А) Естественное состояние организма, обусловленное нормальным функционированием всех его органов и систем, но не обеспечивающее адаптацию к факторам внешней среды.
- Б) Естественное состояние организма, обусловленное нормальным функционированием всех его органов и систем и обеспечивающее адаптацию к факторам внешней среды.
- В) Возможность выполнять физические упражнения без наступления быстрого утомления.
- Г) Диагноз в справке после медицинского обследования.

Вопрос 3.9.

Оценка реакции организма на нагрузки при занятиях физической культурой определяется с помощью чего?

- А) Антропометрических показателей.
- Б) Пульсометрии.
- В) Динамометрии.
- Г) Спирометрии.

Вопрос 3.10.

Внешние признаки утомления для контроля переносимости физических нагрузок это?

- А) Покраснение кожных покровов.
- Б) Повышение частоты сердечных сокращений.
- В) «синюшность» носогубного треугольника.
- Г) Нарушение координации движений.

Вопрос 3.11.

Какие физические качества принято выделять в спортивной теории?

- А) Меткость, ловкость, скорость, силу.
- Б) Выносливость, гибкость, силу, реакцию.
- В) Общую выносливость, силовую выносливость, специальную выносливость.
- Г) Силу, быстроту, выносливость, гибкость и ловкость.

Вопрос 3.12.

Что относится к специфическим методам физического воспитания с помощью которых решаются конкретные задачи, связанные с обучением технике выполнения физических упражнений и воспитанием физических качеств?

- А) Метод строго регламентированного упражнения.
- Б) Игровой метод (использование упражнений в игровой форме);
- В) Соревновательный метод (использование упражнений в соревновательной форме).
- Г) Интерактивный метод.

Вопрос 3.13.

Физические упражнения это?

- А) Это двигательные действия и их комплексы, систематизированные для физического развития человека.
- Б) Это действия, которые имеют целью внести то или иное изменение в окружающую человека материальную среду, в тот или иной предмет и для осуществления которых требуется затрата преимущественно физической (мышечной) энергии.
- В) Это действия, которые помогают нам двигаться в пространстве.
- Г) Это какое-либо движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует расхода энергии.

Вопрос 3.14.

Укажите количество основных зон интенсивности нагрузки?

- А) 8 зон.
- Б) 10 зон.
- В) 5 зон.

Г) 4 зоны.

Вопрос 3.15.

Что из перечисленного не относится к задачам спортивной подготовки?

- А) Освоение техники и тактики избранной спортивной дисциплины.
- Б) Совершенствование двигательных качеств и повышение возможностей функциональных систем организма, воспитание необходимых моральных и волевых качеств.
- В) Обеспечение необходимого уровня специальной психической подготовленности.
- Г) Оздоровительная направленность занятий для всех групп населения.

Вопрос 3.16.

Продолжительность этапа начального разучивания двигательного действия зависит от?

- А) Степени сложности техники изучаемого действия.
- Б) Уровня подготовленности занимающихся.
- В) Индивидуальных особенностей занимающихся.
- Г) Все ответы верные.

Вопрос 3.17.

Индивидуальный выбор вида спорта обусловлен?

- А) Условием проведения тренировок.
- Б) Территориальным расположением места проживания занимающихся.
- В) Привлекательностью спортивной формы в конкретном виде спорта.
- Г) Личными предпочтениями и состоянием здоровья занимающихся.

Вопрос 3.18.

Что из перечисленного не относится к характеристикам видов спорта?

- А) Виды спорта, преимущественно развивающих отдельные физические качества.
- Б) Виды спорта комплексного, разностороннего воздействия на организм.
- В) Общеразвивающие группы упражнений.
- Г) Циклические виды спорта.

Вопрос 3.19.

Какие элементы включает в себя структура спортивной подготовки?

- А) Материальный, нравственный, физический элементы.
- Б) Биомеханический, физический, психологический,
- В) Технический, физический, тактический, психический элементы.
- Г) Свободный, замкнутый, соревновательный, физический.

Вопрос 3.20.

Основными средствами воспитания быстроты движений служат упражнения, выполняемые с предельной либо околопредельной скоростью?

- А) Общеразвивающие упражнения.
- Б) Собственно скоростные упражнения.
- В) Общеподготовительные упражнения.
- Г) Специально подготовительные упражнения.

Заключительный итоговый тест по материалу лекций дисциплины.

Примеры вопросов к тестовому заданию (итоговый тест)

Задание содержит 30 вопросов, максимально 24 балла.

Вопрос 1. Дайте определение понятию «Массовый спорт»

Ответ - Массовый спорт - представляет собой регулярные занятия и участие в соревнованиях представителей различных возрастных групп в доступных им видах спорта

с целью укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения, повышения общей и специальной работоспособности, овладения отдельными жизненно необходимыми умениями и навыками, активного отдыха, достижения физического совершенства.

Вопрос 2. Дайте определение понятию «Спорт высших достижений»

Ответ - Спорт высших достижений (олимпийский) - предполагает систематическую плановую многолетнюю подготовку и участие в соревнованиях в избранном виде спорта с целью достижения максимально возможных спортивных результатов, победы на крупнейших спортивных соревнованиях.

Вопрос 3. Физическая культура используется в целях:

- А) Общее развитие и укрепление организма.
- Б) Развитию кругозора человека.
- В) Удовлетворение потребностей в развлекательных мероприятиях.
- Г) Раскрытие волевых, физических качеств и двигательных возможностей человека на предельных уровнях.

Вопрос 4. Элементы физического воспитания возникли в:

- А) Современном обществе.
- Б) Древнем Риме.
- В) Советском Союзе.
- Г) Первобытном обществе.

Вопрос 5. Оценка морфофункциональных данных проводится на основе:

Ответ - Оценка морфофункциональных данных занимающихся проводится на основе сопоставления индивидуальных показателей с имеющимися в научной литературе стандартами физического развития, таблицами оценки уровня гармонии физического развития для соответствующих возрастов, использования метода индексов и др.

Вопрос 6. Первый Всероссийский съезд по физической культуре, спорту и допризывной подготовке был проведен в:

- А) 1927 году
- Б) 1919 году
- В) 1974 году
- Г) 1918 году
- Д) 1974 году

Вопрос 7. Задачи физического воспитания

- А) Оздоровительные, образовательные, воспитательные.
- Б) Аналитические, научные.
- В) Личностные, общественные, частные.
- Г) Комплексные, индивидуальные.

Вопрос 8. Средства физического воспитания позволяют предупредить

Ответ - Средства физического воспитания позволяют предупредить отклонения в состоянии здоровья, возникающие в результате воздействия недостатка двигательной активности.

Вопрос 9. Морфофункциональное развитие организма — это процесс:

Ответ - Морфофункциональное (физическое) развитие – это процесс становления, формирования и последующего изменения на протяжении жизни индивидуума морфофункциональных свойств его организма и основанных на них физических качеств и способностей.

Вопрос 10. Что относится к средствам физического воспитания:

Ответ - К средствам физического воспитания относятся физические упражнения, оздоровительные силы природной среды и гигиенические факторы.

Вопрос 11. Общепедагогические методы физического воспитания:

- А) Круговой метод, линейный метод.
- Б) Индивидуальный метод, комплексный метод.
- В) Эмпирический метод, метод интерпретации.
- Г) Словесные методы, методы наглядного воздействия.

Вопрос 12. Характеристика Туризма – как средства физического воспитания:

Ответ - Туризм, как средство физического воспитания, характеризуется и включает разнообразные — по форме, содержанию, интенсивности и продолжительности — двигательные действия в зависимости от существующих видов туризма.

Вопрос 13. Спортивные игры это:

Ответ - Спортивные игры – это, виды спорта, в основе которых находится игровая деятельность со своим предметом состязания, игровыми приемами и правилами. Спортивные игры - самостоятельные виды спорта, связанные с игровым противоборством команд или отдельных спортсменов, и приводящиеся по определенным правилам.

Вопрос 14. Физические упражнения это:

- А) Это двигательные действия и их комплексы, систематизированные для физического развития человека.
- Б) Это действия, которые имеют целью внести то или иное изменение в окружающую человека материальную среду, в тот или иной предмет и для осуществления которых требуется затрата преимущественно физической (мышечной) энергии.
- В) Это действия, которые помогают нам двигаться в пространстве.
- Г) Это какое-либо движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует расхода энергии.

Вопрос 15. Вид спорта это:

- А) Виды соревнований, которые включают в себя беговые виды, спортивную ходьбу, многоборья, пробеги, кроссы и технические виды.
- Б) Конкретный вид соревновательной деятельности, исторически сложившийся и развивающийся как самостоятельная её составляющая.
- В) Виды, включающие выполнение под музыку различных гимнастических и танцевальных упражнений без предмета, а также с предметом.
- Г) Виды спортивно-массовых соревнований, которые включают: состязания для определенной категории граждан, по определенным спортивным дисциплинам.

Вопрос 16. Укажите количество основных зон интенсивности нагрузки:

- А) 8 зон
- Б) 10 зон
- В) 5 зон
- Г) 4 зоны
- Д) 2 зоны

Вопрос 17. Цель и продолжительность этапа углубленной подготовки в избранном виде спорта:

Ответ - Этап углубленной подготовки в избранном виде спорта. 2-3 года.

Совершенствование в технике избранного вида спорта. Воспитание специальных физических качеств. Повышение уровня функциональной подготовленности. Накопление соревновательного опыта в избранном виде спорта.

Вопрос 18. Сколько этапов включает процесс обучения двигательному действию:

А) 1 этап.

Б) 3 этап.

В) 4 этап.

Г) 2 этап.

Вопрос 19. Какие физические качества принято выделять в спортивной теории:

А) Скорость, силу, гибкость.

Б) Выносливость, гибкость, силу, реакцию.

В) Общую выносливость, силовую выносливость, специальную выносливость.

Г) Силу, быстроту, выносливость, гибкость и ловкость.

Д) Меткость, ловкость, скорость, силу.

Вопрос 20. Абсолютная сила это:

Ответ - Абсолютная сила - суммарная сила всех мышечных групп, участвующих в данном движении.

Вопрос 21. В чем заключается рекреативная функция физической культуры

Ответ - Рекреативная функция - использование средств оздоровительной физической культуры в обеспечении полноценного отдыха, восстановления физических и психических сил с учетом характера и специфики производственного утомления.

Вопрос 22. Какова сущность физической реабилитации:

Ответ - Физическая реабилитация — это использование с лечебной и профилактической целью физических упражнений и природных факторов в комплексном процессе восстановления здоровья, физического состояния и трудоспособности больных и инвалидов.

Вопрос 23. Соревнования, как метод воспитания представляют собой:

Ответ – Соревнования — это метод воспитания, который направлен на обеспечение условий для социального развития личности, формирования умений и навыков путем здорового соперничества в определенных видах коллективной деятельности.

Вопрос 24. Индивидуальный выбор вида спорта обусловлен:

А) Условием проведения тренировок.

Б) Территориальным расположением места проживания занимающихся.

В) Привлекательностью спортивной формы в конкретном виде спорта.

Г) Требованиями к регулярному медицинскому обследованию для допуска к тренировочному процессу.

Д) Личными предпочтениями и состоянием здоровья занимающихся.

Вопрос 25. Физическая культура – это:

Ответ - Часть общей культуры, направленная на физическое совершенствование, сохранение и укрепление здоровья человека в процессе осознанной двигательной активности.

Вопрос 26. Здоровье – это (по определению ВОЗ):

Ответ - Полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.

Вопрос 27. Укажите способы регулирования физической нагрузки при проведении самостоятельных занятий:

Ответ – Чередование интервалов нагрузки и отдыха, изменение интенсивности выполнения упражнений, изменение объема нагрузки и продолжительности занятий.

Вопрос 28. Основными ошибками в питании современного человека являются:

Ответ – Высокая калорийность продуктов, большое количество рафинированных продуктов, недостаточное потребление фруктов и овощей, потребление продуктов с высоким содержанием веществ с индексом Е.

Вопрос 29. Применение физических упражнений в режиме трудового дня называется:

Ответ - Применение физических упражнений в режиме трудового дня называется производственной гимнастикой.

Вопрос 30. Оценка реакции организма на нагрузки при занятиях физической культурой определяется с помощью:

Ответ – Процедуры измерения ЧСС, методом «Пульсометрии».

8.3. Примерные практические тесты для текущего контроля освоения дисциплины

Общая физическая подготовка (ОФП)

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Бег на 100 метров (сек)	16,5	17,0	18,0	19,0	13,5	14,0	14,5	15,0
2. Прыжок в длину с места (см)	195	170	160	150	240	235	230	215
3. Кроссовый бег - бег 2000 метров (мин) - бег 3000 метров (мин)	10,15	11,00	11,45	12,30	12,30	13,30	14,00	14,50

4. Поднимание туловища из положения лежа на спине (кол-во раз)	47	40	35	30	47	40	35	30
5. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (кол-во раз)	14	12	10	6	25	20	16	12
6. Подъем ног на шведской стенке, количество раз	12	10	8	5	10	8	5	3
7. Прыжки через скакалку, кол-во раз за 1 мин.	130	100	80	60	150	130	100	80

«Бег на дистанцию 100 м»:

Бег на 100 м осуществляется со старта, в соответствии с правилами по легкой Атлетике. Команды «На старт!» и «Внимание!» Начало бега по команде «Марш!». Участники начинают движение от линии старта до линии финиша. Фиксируется результат каждого участника в секундах.

«Прыжок в длину с места двумя ногами»:

Норматив выполняется толчком двумя ногами. Измерение длины прыжка производится по перпендикулярной прямой от места отталкивания до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Результат фиксируется в сантиметрах.

«Кроссовый бег»:

Бег на выносливость проводится на беговой дорожке либо в виде кросса на местности в виде групповых забегов, в соответствии с правилами по легкой атлетике. Для наилучшего выполнения этого тестирования наиболее рационально бежать в равномерном темпе без ускорений и рывков, увеличивая по возможности скорость на финише. Участники стартуют из положения высокого старта. В одном забеге могут участвовать до 30 человек. Юноши преодолевают дистанцию 3000 м/2000 м, девушки – 2000 м/1000 м. На линии старта движение начинается с команды: «Внимание! Марш!», одновременно включаются секундомеры. Фиксируется результат каждого участника забега.

«Поднимание туловища из положения лежа на спине»:

Упражнение выполняется из исходного положения: лежа на спине, руки за головой, лопатки касаются пола, ноги согнуты в коленях под прямым углом, ступни прижаты к полу. Участник выполняет поднимание туловища, касаясь локтями коленей с последующим возвратом в и.п. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Сгибание и разгибание рук в упоре лежа»:

Упражнение выполняется из исходного положения: упор лежа на полу, руки прямые на ширине плеч, кисти вперед. Плечи, туловище и ноги составляют одну прямую линию. Стопы упираются в пол. Учитывается количество правильно выполненных циклов, состоящих из сгибаний рук в локтевом суставе до 90 градусов и разгибаний рук до и.п. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Подъем ног в положении виса на шведской стенке»: упражнение выполняется из исходного положения: вис на высокой перекладине шведской стенки. Юноши поднимают прямые ноги до положения параллельно полу. Девушки поднимают ноги, согнутые в

коленях, бедро параллельно полу. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Прыжки через скакалку»:

Выполнение норматива начинают по сигналу преподавателя, одновременно включается секундомер. Прыжки на скакалке выполняют с двух ног, одновременно отталкиваясь от пола. Упражнение выполняется до команды «стоп». Подсчитывается количество выполненных прыжков за 1 минуту.

Адаптивная физическая культура (АФК)

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (оценивается глубина наклона, см)	+ 14	+ 12	+ 9	+ 8	+ 12	+ 10	+ 7	+ 6
2. Гиперестезия, оценивается техника и количество повторений	35	32	27	26	40	36	32	31
3. Подъем туловища, оценивается техника и количество повторений.	35	30	25	24	40	35	30	29
4. Планка, оценивается техника и фиксация И.П., сек.	40	30	25	24	45	35	30	29
5. Равновесие, оценивается техника, фиксация (сек.), количество повторений	8	6	4	3	8	6	4	3
6. Приседание, оценивается техника и количество повторений.	30	28	26	25	35	32	28	27
7. Степ тест (подъем и спуск на степ-платформе), сек.	12	10	8	7	12	10	8	7

«Планка» (низкая, на предплечьях).

Упражнение выполняется из исходного положения «лежа на животе», опереться на предплечья таким образом, чтобы локти находились под плечевыми суставами, предплечья расположены параллельно друг другу, угол в локтевом суставе 90 градусов. Принять положение «упор лежа на предплечьях», опираясь на предплечья и стопы расположив их в положении «врозь», колени прямые, спина – прямая Облегченный

вариант – соединить кисти в замок, голову опустить на кисти рук. Оценивается удержание правильного положения (сек.)

«Равновесие»

Упражнение выполняется из исходного положения «основная стойка», руки в стороны. Вес тела перенести на опорную ногу(правую), левую ногу согнуть в коленном суставе, колено направлено вперед, стопа прижата к внутренней части коленного сустава. Пальцы стопы направлены вниз.

Выполнение: поворот корпуса на 90 градусов влево, при этом колено и таз находятся в неподвижном положении. Фиксация положения (2 сек.) и возвращение в И.П. Количество повторений. То же на другой ноге.

«Подъем туловища из положения лежа на спине»

Упражнение выполняется из исходного положения «лежа на спине», руки за головой, локти разведены в стороны, лопатки и поясница прижата к полу, ноги согнуты в коленях под прямым углом (допускается фиксация стоп к полу партнером на уровне голеностопных суставов). На выдохе- подъем туловища, касание локтями коленей, на вдохе возвращение в и.п. Исполнение упражнения без касания локтями коленей, не засчитывается. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (см)»

Упражнение выполняется из исходного положения «стоя на гимнастической скамье», стопы расположены параллельно, на ширине 10 см, ноги прямые, туловище прямое. Наклоном вперед выполняем пять амплитудных движения вниз с выдохом. Затем зафиксировать положение наклона: кисти на одном уровне. Оценивается глубина наклона относительно кончиков пальцев рук, расположенных ниже уровня опорной поверхности, (см.)

«Гиперэкстензия»

Упражнение выполняется из исходного положения «лежа на животе», локти разведены в стороны, лопатки опущены вниз, мышцы живота напряжены, выполнять подъем туловища. Оценивается количество правильно выполненных упражнений.

«Приседание»

Упражнение выполняется из исходного положения «стойка ноги врозь», стопы расположены параллельно друг другу или с незначительным разворотом наружу, плотно прижаты к полу, руки вдоль туловища. При выполнении приседания спина прямая, бедра параллельно полу, стопы от пола не отрываются. Приседание выполняется до образования прямого угла между голенью и бедром (угол в коленном суставе 90 градусов). Оценивается количество правильно выполненных упражнений.

«Шаги на месте на степ платформе.

Ходьба в среднем темпе. И.П. основная стойка лицом к степ-платформе. Шаги с подъёмом на степ и спуском со степа. Туловище сохраняет легкий, естественный наклон вперед, мышцы живота подтянуты. Руки в положении «на поясе» или работа руками. Оценивается техника подъёма и спуска на степ и со степа, в течении 12 минут.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.4. Структура и примеры билетов для итогового контроля

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. **Головина, В. А.** Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура и спорт. История ФКиС: учеб. пособие / Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 96 с.
3. **Плаксына, Н. В.** Психолого-педагогические и медико-биологические основы в структуре дисциплины «Физическая культура и спорт»: учеб. пособие / Н. В. Плаксына, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 124 с.

Б. Дополнительная литература

1. **Письменский, И. А.** Физическая культура: учебник для вузов / И. А. Письменский, Ю. Н. Аллянов. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14056-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560410> (дата обращения: 30.07.2025).
2. **Конеева, Е. В.** Физическая культура: учебник для вузов / под редакцией Е. В. Конеевой. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 609 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18617-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564728> (дата обращения: 30.07.2025).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Научные и публицистические журналы (в свободном доступе сети интернет):

- Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195,
- Адаптивная физическая культура. ISSN 1998-149X,
- Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. ISSN
- Теория и практика физической культуры (англ). ISSN 2409-4234
- Теория и практика физической культуры (рус). ISSN 0040-3601
- Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. ISSN 2305-8404
- Культура физическая и здоровье. ISSN 1999-3455
- «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547

- «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 30.07.2025)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<https://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2022 – 2025 гг., 2023-2026 гг., (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – **5 (общее число слайдов – не менее 120);**
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (**общее число вопросов – 120**);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число тем для задания ТИР – **80**).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. **Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на __.__.20__ составляет _____ экз.**

Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая культура и спорт» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- для проведения лекционных занятий – лекционная учебная аудитория, оборудованная переносными электронными средствами демонстрации (компьютер/ноутбук со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет;

- для проведения практических занятий – спортивный зал, шведские стенки, скамейки гимнастические, мячи набивные, скакалки гимнастические резиновые, палки гимнастические, коврики туристические, стенка зеркальная, рулетка измерительная, мячи футбольные, степ-платформы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и лицензионным программным обеспечением, копировальные аппараты; локальная сеть с доступом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; учебно-методический материал к разделам лекционного курса по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде, кафедральные библиотеки электронных изданий.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://onlinelibrary.wiley.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Microsoft Office	Контракт №175-	150 лицензий	12 месяцев

	Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	262ЭА/2019 от 30.12.2019	для активации на рабочих станциях	(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13- 143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. 1.1. Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; <i>Владеет:</i> – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 1 тестовое задание к разделу 1)
1.2. Основы организации физического воспитания.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 2,

	поддержания собственного уровня физической подготовленности; <i>Владеет:</i> – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	тестовое задание к разделу 1)
Раздел 2 2.1. Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 3 тестовое задание к разделу 2)
2.2. Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 4,5 тестовое задание к разделу 2)

	физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	
Раздел 3. 3.1. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (тематической исследовательской работы ТИР, тестовое задание к разделу 3)

	уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	
3.2. История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (тематической исследовательской работы ТИР, тестовое задание к разделу 3)
Раздел 4. 4.1. Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки.	<i>Знает:</i> – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные норматив 6, тестовое задание к разделу 4)

	собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	
4.2. Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями.	<i>Знает:</i> – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные норматив 7, тестовое задание к разделу 4)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Физическая культура и спорт»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.ф.-м.н, Зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии, доцентом Родиным А.О.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «14» мая 2025 г., протокол №11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **наноматериалов и нанотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах»** относится к элективным дисциплинам вариативной части учебного плана и входит в специальные дисциплины. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют базовую подготовку по фундаментальным дисциплинам физико-математической, химической и химико-технологической направленности.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний в описания и предсказания химических связей в объектах, имеющих как атомарную, так и молекулярную структуру. Описание химической связи рассматривается как в газовой так конденсированных фазах, включая связь между химическими связями и кристаллическими решетками.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся знаний и умений, связанных с расчетами характеристик химических связей, причин формирования определенных структур, способов оценки устойчивости систем.

Дисциплина **«Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	– ПК-1.1 Знает основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов
ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	- ПК-2.1 Знает основные принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания

ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в области наноматериалов и наносистем

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

– *Знать:*

Квантово-механическое обоснование химической связи;

основные положения метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей;

связь между типами химической связи и свойствами молекул;

связь между типами химической связи и свойствами кристаллов;

– *Уметь:*

Решать базовые задачи квантовой механики, использовать базовые принципы;

Использовать метод ЛКАО-МО для простых молекул;

Строить молекулярные диаграммы;

Предсказывать характеристики конденсированных фаз на основе квантово-механических расчетов.

– *Владеть:*

Навыками определения параметров гетерополярных молекул и ионных кристаллов на основе результатов измерений физических характеристик;

Навыками использования квантово-химических расчетов для предсказания свойств наносистем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	36
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	3
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	12
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Самостоятельная работа	1,22	44	99
в том числе в форме практической подготовки	0,56	20	36
Контактная самостоятельная работа	1,22	8	9

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		36	63
в том числе в форме практической подготовки	0,56	20	36
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы квантовой химии.	22	0	8	8	0	6
1.1	Введение. История развития квантовой механики. Основные постулаты и эффекты	5	0	2	2	0	1
1.2	Уравнение Шредингера. Свободная и не свободная частица.	5	0	2	2	0	1
1.3	Простейшие задачи квантовой механики.	6	0	2	2	0	2
1.4	Атом водорода и связанные с ним задачи	6	0	2	2	0	2
2.	Раздел 2. Ковалентная связь.	34	0	10	10	0	14
2.1	Метод валентных связей. Молекулярный ион H_2^+ . Связывающие и разрыхляющие орбитали	6	0	2	2	0	2
2.2	Применение метода валентных связей для расчета энергии связи в молекуле H_2 . Волновые функции для данной молекулы. Кулоновский, резонансный интегралы и интеграл не ортогональности. Симметричная и антисимметричная волновые функции	6	0	2	2	0	2
2.3	Насыщаемость направленность связи, Гибридизация атомарных орбиталей. sp , sp^2 , sp^3 . Гибридизация с участием d -орбиталей. Заполнение гибридных орбиталей неподеленными парами электронов	6	0	2	2	0	2
2.4	Образование кратных связей; σ - и π -связи, их особенности. Делокализованные π -связи. Метод Гиллеспи.	6	0	2	2	0	2
2.5	Применение метода молекулярных орбиталей для расчета свойств органических молекул. Метод Хюккеля. Молекулярные диаграммы.	10	0	2	2	0	6

3	Раздел 3. Гетерополярная связь. Межмолекулярные взаимодействия.	24	0	8	8	0	8
3.1	Ионная связь в молекулах и кристаллах. Постоянная Моделунга	6	0	2	2	0	2
3.2	Влияние связи на тип решетки	6	0	2	2	0	2
3.3	Энергии индукционного, дисперсионного и ориентационного взаимодействия между молекулами. Конденсация.	6	0	2	2	0	2
3.4	Адсорбционное взаимодействие. Ион-молекулярное взаимодействие в растворах. Водородная связь	6	0	2	2	0	2
4	Раздел 4. Металлы, полупроводники, изоляторы	20	0	6	6	0	8
4.1	Типы связи в кристаллах. Ширина запрещенной зоны.	6	0	2	2	0	2
4.2	Металлы	6	0	2	2	0	2
4.3	Полупроводники	8	0	2	2	0	4
	ИТОГО	100	0	32	32	0	36
	Зачет с оценкой	8					8
	ИТОГО	108					

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы квантовой химии.

Введение. История развития квантовой механики. Основные постулаты и эффекты

Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Фотоэлектронная спектроскопия. Эффект Комптона. Спектр атома водорода. Уравнения Бальмера и Ридберга. Теория строения атома Н. Водородоподобные атомы. Расчет энергии выхода электрона из металла, постоянной Ридберга, скорости движения электрона, энергии и радиуса орбиты для электрона, энергия ионизации атома водорода.

Уравнение Шредингера. Свободная и не свободная частица.

Уравнение Луи де Бройля. Волновая функция и ее свойства. Волновые свойства микрочастиц. Одномерная и трехмерная потенциальные ямы. Потенциальный барьер.

Простейшие задачи квантовой механики.

Квантово-механический осциллятор, жесткий ротатор. Понятие о среднем и наиболее вероятном положении.

Атом водорода и связанные с ним задачи

Решение уравнения Шредингера для атомов водорода и гелия. Квантовые числа. Радиальная и угловая составляющие волновой функции.

Наиболее вероятное расстояние электрона. Расчет средних величин: среднее расстояния электрона от ядра, среднего потенциала и средней силы взаимодействия электрона с ядром.

Раздел 2. Ковалентная связь.

Метод валентных связей. Молекулярный ион H_2^+ . Волновые функции для данной молекулы. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Энергия связи. Зависимость от расстояния.

Применение метода валентных связей для расчета энергии связи в молекуле H_2 . Волновые функции для данной молекулы. Кулоновский, резонансный интегралы и интеграл не ортогональности. Симметричная и антисимметричная волновые функции

Насыщаемость направленность связи, Гибридизация атомарных орбиталей. sp , sp^2 , sp^3 Гибридизация с участием d -орбиталей. Заполнение гибридных орбиталей неподеленными парами электронов

Образование кратных связей; σ - и π -связи, их особенности. Делокализованные π -связи. Метод Гиллеспи.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (ЛКАО-МО). Применение ЛКАО-МО для описания молекулы водорода. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Применение метода молекулярных орбиталей для описания свойств гомеоплярных молекул и гетероплярных молекул.

Применение метода молекулярных орбиталей для расчета свойств органических молекул. Метод Хюккеля. Молекулярные диаграммы

Раздел 3. Гетерополярная связь.

Энергия связи (ионная связь). Электроотрицательность атомов. Методы нахождения постоянных в уравнении энергии связи. Ионные кристаллы. Энергия образования ионных кристаллов. Постоянная Маделунга.

Энергии индукционного, дисперсионного и ориентационного взаимодействия между молекулами. Конденсация.

Потенциал Леннарда-Джонса (потенциал 6-12) Ион-молекулярное взаимодействие в растворах. Водородная связь

Раздел 4. Металлы, полупроводники, изоляторы

Типы связи в кристаллах. Ширина запрещенной зоны. Общая классификация.
Металлы. Теорема Блоха. Теплоемкость и электропроводность металлов
Полупроводники. Собственная и примесная проводимость. Легирование
полупроводников. Способы изменения ширины запрещенной зоны.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	Квантово-механическое обоснование химической связи;	+	+		+
2	основные положения метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей;		+		
3	связь между типами химической связи и свойствами молекул;		+	+	
4	связь между типами химической связи и свойствами кристаллов;		+	+	+
	Уметь:				
6	Решать базовые задачи квантовой механики, использовать базовые принципы;	+	+		
7	Использовать метод ЛКАО-МО для простых молекул;		+		
8	Строить молекулярные диаграммы;		+		
9	Предсказывать характеристики конденсированных фаз на основе квантово-механических расчетов.	-	+	+	+
	Владеть:				
11	– Навыками определения параметров гетерополярных молекул и ионных кристаллов на основе результатов измерений физических характеристик;	-	+	+	+
12	– Навыками использования квантово-химических расчетов для предсказания свойств наносистем.			+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
13	ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	– ПК-1.1 Знает основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов			+

14	ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	- ПК-2.1 Знает основные принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	+	+	+	+
15	ПК-5 Способен использовать знания в области физико-химии и технологии наноматериалов для разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноматериалов и составления и анализа научно-технической документации	ПК-5.3 Владеет методами разработки новых и совершенствования действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований наноструктурированных материалов и составления научно-технической документации в области наноматериалов и наносистем		+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Экспериментальные предпосылки построения квантово-механического подхода	2
2	Раздел 1	Расчет вероятности нахождения частицы в различных областях потенциальной ямы, вероятности прохождения частицы через потенциальный барьер различной формы.	2
3	Раздел 1	Решение уравнения Шредингера для атомов водорода и гелия. Квантовые числа. Радиальная и угловая составляющие волновой функции.	
4	Раздел 1	Наиболее вероятное расстояние электрона. Расчет средних величин: среднее расстояния электрона от ядра, среднего потенциала и средней силы взаимодействия электрона с ядром.	
5	Раздел 2	Расчет и построение зависимости энергии связи между ядрами в ионе-молекулы водорода от расстояния между ядрами. Построение молекулярных орбиталей.	2
6	Раздел 2	Расчет и построение зависимости энергии связи между ядрами в ионе-молекулы водорода от расстояния между ядрами. Построение молекулярных орбиталей.	2
7	Раздел 2	Построение sp , sp^2 , sp^3 гибридных орбиталей. Сравнение энергий связи атомов в молекуле при гибридизации атомарных орбиталей.	
8	Раздел 2	Расчет энергии делокализации π -связи. Применения метода Гиллеспи для определения геометрии молекул. Расчет энергии обменного взаимодействия в молекуле водорода. Расчет энергии связи и молекулярных функций методом молекулярных орбиталей.	
9	Раздел 2	Расчет энергии связи и молекулярных функций методом молекулярных орбиталей в гетерополярных молекулах. Расчет порядка связи, индекса свободной валентности, избыточного заряда и дипольного момента. Построение молекулярных диаграмм.	
10	Раздел 3	Расчет константы жесткости и энергии связи в гетерополярных молекулах	2
11	Раздел 3	Расчет энергии связи и энергии образования ионных кристаллов с использованием данных о сжимаемости и геометрии кристалла	2
12	Раздел 3	Расчет энергии индукционного, дисперсионного и ориентационного взаимодействия между молекулами.	2
13	Раздел 3	Расчет энергии адсорбционного взаимодействия молекул с адсорбентом в различных моделях.	2

		Водородная связь с растворах.	
14	Раздел 4	Типы связи в кристаллах. Ширина запрещенной зоны. Общая классификация.	2
15	Раздел 4	Металлы. Теорема Блоха. Теплоемкость и электропроводность металлов	2
16	Раздел 4	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость. Легирование полупроводников. Способы изменения ширины запрещенной зоны.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- поиск материалов по теме;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами и электронными базами данных;
- выполнение домашних заданий;
- Выполнение работ на тренажерах и обработку результатов, на них полученных.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за тесты (3 теста по 15 баллов), выполнение домашнего задания (25 баллов), зачетной работы (30 баллов). Зачет с оценкой проставляется по итогу выполнения всех заданий по следующей схеме:

Оценка «отлично» ставится если набрано 85 и более баллов;

Оценка «хорошо» ставится если набрано 70 и более баллов, при этом за зачетную работу набрано не менее 15 баллов;

Оценка «удовлетворительно» ставится если набрано 50 и более баллов;

Оценка «неудовлетворительно» ставится если набрано менее 50.

Зачетную работу можно не писать, если набранные баллы в семестре удовлетворяют студента. При этом ставится оценка удовлетворительно.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы. Не предусмотрено

8.2. Примеры контрольных вопросов (проверка) для текущего контроля освоения дисциплины

Тест №1

Сформулируйте основные постулаты квантовой механики.

Опишите пример противоречия, требующего пересмотра классического подхода в физике.

Запишите уравнение Шредингера для свободной частицы.

Какова вероятность для электрона преодолеть барьер шириной 10^{-10} м если его энергия на 2 эВ меньше, чем высота барьера.

Для 1s орбитали атома водорода определите среднее значение потенциала взаимодействия электрона с атомом.

Домашнее задание № 1

Постройте молекулярную диаграмму молекулы бутодiena (варианты по разным молекулам и радикалам)

Тест № 2

1. На основании, каких данных можно рассчитать энергию связи атомов в гетерополярной двухатомной молекуле? Что называют электроотрицательностью по Полингу?

2. Как, используя понятия электроотрицательности, определить какой из двух атомов в гетероядерной молекуле будет катионом или анионом? Ответ обоснуйте.

3. Запишите уравнение для расчета энергии в гетерополярной молекуле. На основании, каких данных можно найти постоянные, входящие в это уравнение?

4. Рассчитайте энергию образования из атомов молекулы $A+B-$, если $I_A = 6,2$ эВ, $A_B = 2,42$ эВ, $r_0 = 1,9$ А, $n=9$.

5. Рассчитайте энергию образования из атомов молекулы $RuBr$, если $I_{Ru} = 7,2$ эВ, $A_{Br} = 3,42$ Дж/ моль, $r_0 = 2,9$ А, $n=9$.

6. Покажите, что, зная частоту колебания атомов в двухатомной гетерополярной молекуле и равновесное расстояние между атомами, можно найти энергию связи.

7. Дайте определения потенциалу ионизации, сродству к электрону и электроотрицательности атома.

8. Рассчитайте энергию связи в молекуле $A+B-$, если равновесное расстояние между ядрами равно 2,3 ангстрема, $\omega = 400$ см⁻¹.

9. Запишите уравнение для расчета энергии решетки ионного кристалла. На основании, каких данных можно найти постоянные, входящие в это уравнение?

10. Покажите, что, используя цикл Борна-Хаберна, можно найти энергию сродства электрона к атому.

11. Покажите, как, используя экспериментальные данные, можно рассчитать энергию ионного кристалла.

12. Рассчитайте энергию решетки $NaCl$ тв, если известны следующие величины: постоянная Маделунга равна 1,75

период решетки 5,628 ангстрема, относительная сжимаемость 42,73 Па⁻¹.

Тест № 3

1. Оцените электропроводность меди по данным о подвижности электрона (1500 см²/(В*с))

2. Оцените собственную проводимость кремния при $T=300$ К (подвижность электрона 1500 см²/(В*с), подвижность дырки 200 см²/(В*с))

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (зачет с оценкой)

По дисциплине «Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах» экзамен не предусмотрен учебным планом. Зачет с оценкой проводится в форме письменного опроса по всем темам и представляет собой 3 задания, каждый из которых – вопрос из темы теста или домашнего задания, не требующих большого расчетного времени.

Пример:

1. Запишите вековой определитель для молекулы N_3 в треугольной и линейной формах
2. Какие характеристики молекул надо знать, чтобы рассчитать энергию связи между молекулами, используя уравнение Леннарда-Джонса?
3. Чем определяется металлическое или полупроводниковое состояние Sn.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Яцимирский К. Б. , Яцимирский В. К. Химическая связь: учебник. Киев: Вища школа, 1975 , 304 стр.
2. Краснов В.С. Физическая химия. Т.1 2012 г.

Б. Дополнительная литература

Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия, М. Металлургия, 1999.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

- компьютерные презентации к лекционным занятиям, общее число слайдов – более 100;
- раздаточный материал по лекциям

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью. Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам дисциплины; распечатки слайдов презентаций.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	-	бессрочно
2	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	-	12 месяцев с возможностью продления лицензии

	Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams			
3	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	-	12 месяцев с возможностью продления лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование Разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы квантовой химии.	<i>Знает:</i> -Квантово-механическое обоснование химической связи; <i>Умеет:</i> - Решать базовые задачи квантовой механики, использовать базовые принципы;	Тест 1; Зачетная работа
Раздел 2. Ковалентная связь.	<i>Знает:</i> основные положения метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей; <i>Умеет:</i> Использовать метод ЛКАО-МО для простых молекул; Строить молекулярные диаграммы;	ДЗ1 Зачетная работа
Раздел 3. Гетерополярная связь.	<i>Знает:</i> связь между типами химической связи и свойствами молекул; связь между типами химической связи и свойствами кристаллов; <i>Умеет:</i> Предсказывать характеристики конденсированных фаз на основе квантово-механических расчетов. - <i>Владеет:</i> Навыками определения параметров гетерополярных молекул и ионных кристаллов на основе результатов измерений физических характеристик;	Тест 2; Зачетная работа
Раздел 4. Металлы, полупроводники, изоляторы	<i>Знает:</i> связь между типами химической связи и свойствами молекул; связь между типами химической связи и свойствами кристаллов; <i>Умеет:</i> - Предсказывать характеристики конденсированных фаз на основе квантово-механических расчетов <i>Владеет</i> Навыками определения параметров гетерополярных молекул и ионных кристаллов на основе результатов измерений физических характеристик; – Навыками использования квантово-химических расчетов для	Тест 3; Зачетная работа

	предсказания свойств наносистем.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Химическая связь в наноструктурированных материалах и наносистемах»
основной образовательной программы
 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
 Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

Направления подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

Головиной Верой Анатольевной, проф., к.п.н., зав. каф. физвоспитания

Акуловой Татьяной Николаевной, доцентом кафедры физвоспитания

Носик Оксаной Владимировной, доцентом кафедры физвоспитания

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания
«11» июня 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, накопленным опытом преподавания дисциплины *кафедрой физического воспитания* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырех семестров.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической культуры и спорта.

Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования средств физической культуры и спорта для сохранения и укрепления своего здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – заключаются в обучении знаниям и навыкам в области физической культуры и спорта, необходимых для:

- самостоятельного поддержания своего физического здоровья методами физической культуры;
- повышения работоспособности;
- формирования здорового образа жизни.
- понимание социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;
- овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие, развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре и спорте;
- приобретение личного опыта повышения двигательных и функциональных возможностей, обеспечение общей и профессионально-прикладной физической подготовленности к будущей профессии и быту.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** преподаётся в 1, 2, 3 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения частично (для выполнения раздела самостоятельной работы).

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- нормы здорового образа жизни;
- основные здоровьесберегающие технологии;
- методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.

Уметь:

- применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности;
- использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья;
- предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте

Владеть:

- навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта;
- системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего	Семестр			
		1	2	3	4
	Акад.ч.	Акад.ч	Акад.ч	Акад.ч	Акад.ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	328	82	82	82	82
Контактная работа – аудиторные занятия:	224	32	64	64	64
Практические занятия (ПЗ)	224	32	64	64	64
Самостоятельная работа (СР)	104	50	18	18	18
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК</i>)	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)	103,6	49,9	17,9	17,9	17,9
Вид промежуточного контроля:		зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	246	61,5	61,5	61,5	61,5
Контактная работа – аудиторные занятия	168	24	48	48	48
Практические занятия (ПЗ)	168	24	48	48	48
Самостоятельная работа (СР)	78	37,5	13,5	13,5	13,5
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК</i>)	0,3	0,08	0,08	0,08	0,08
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)	77,7	37,4	13,4	13,4	13,4
Вид промежуточного контроля:		зачет	зачет	зачет	зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. Часов								
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Семестр 1		Семестр 2		Семестр3		Семестр 4	
			Прак. зан.	Сам. работа	Прак. зан.	Сам. работа	Прак. зан.	Сам. работа	Прак зан.	Сам работ
1.	Раздел 1. Методические основы построения оздоровительной тренировки в физической культуре и спорте.	92	8	10	16	6	20	6	20	6
2.	Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. Специальная физическая подготовка.	166	16	20	40	6	36	6	36	6
3.	Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта.	70	8	20	8	6	8	6	8	6
	ИТОГО	328	32	50	64	18	64	18	64	18

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методические основы построения оздоровительной тренировки в физической культуре и спорте.

1.1. Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания. Принцип оздоровительной направленности. Проектирование различных физкультурно-оздоровительных систем. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое.

1.2. Основы построения оздоровительной тренировки. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Методические правила: постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. ЧСС. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами.

1.3. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.). Четыре основные фазы оздоровительной тренировки (вводная часть – разминка, основная часть – аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).

1.4. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Исходный уровень тренированности. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств.

2.1. Тесты для оценки физических качеств и уровня физической готовности.

Методы определения степени физического развития, развития скелетно-мышечной системы, методы общей оценки функциональной подготовленности занимающихся, индивидуальная оценка развития физических качеств.

2.2. Воспитание физических качеств обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

Воспитание силы (упражнения внешнего отягощения, упражнения с отягощением весом собственного веса, изометрические упражнения, упражнения в сопротивлении).

Воспитание быстроты. Скоростные физические упражнения.

Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.

Воспитание гибкости. Амплитуда движения. Суставы, связки, мышечные волокна, эластичность мышц. Общая и специальная гибкость.

Воспитание ловкости. Взаимосвязь ловкости с силой, быстротой, выносливостью, гибкостью. Подвижность двигательного навыка. Спортивные игры.

Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта.

3.1. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Рекламно-пропагандистские мероприятия. Учебно-тренировочные мероприятия. Национальные виды спорта.

3.2. Организация спортивных мероприятий в избранном виде спорта. Функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Ивент-менеджмент в спорте. Системы проведения спортивных соревнований.

3.3. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).

4.3. Примерное содержание разделов элективных дисциплин

Раздел	Тематическое содержание
Оздоровительная аэробика	
Раздел 1	Понятие аэробики и фитнес-технологий. История аэробики и фитнес-технологий. Аэробика как групповые программы, направленные на тренировку кардио-респираторной системы. Фитнес как система занятий физической культурой, включающая поддержание хорошей физической формы и интеллектуального, эмоционального, социального и духовного начал. Разновидности аэробики и фитнес-технологий. Аэробика и фитнес-технологии, как инновационные оздоровительные технологии. Основные подходы к классификации современных двигательных и оздоровительных систем.
Раздел 2	Развитие силовых способностей, занимающихся средствами аэробики. Функциональная аэробика. Использование спортивного инвентаря. Оздоровительная система Пилатес. Дыхательная гимнастика. Кардио-респираторная выносливость. Упражнения, способствующие общей выносливости организма. Степ-аэробика. Развитие пространственно-координационных способностей. Классическая и танцевальная аэробика.
Раздел 3	Организации и проведения спортивных соревнований по танцевальной аэробике в вузе. спорту. Подготовка и участие в соревнованиях, выполнение нормативов по составлению комплексов упражнений и простейших композиций оздоровительных направлений. Дневник самоконтроля.
ГСС фитнес-аэробика	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий по фитнес-аэробике. Укрепление здоровья, совершенствование специальных физических качеств, техническая и специальная физическая подготовка. Развитие приоритетных физических качеств, аэробных возможностей организма, повышение мастерства занимающихся. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся горнолыжным спортом.
Раздел 2	Повышение уровня общего физического развития и

	укрепления здоровья, повышение общей и функциональной физической подготовки, специальных физических качеств, совершенствование техники и тактики, формирование мобилизационной готовности у занимающихся.
Раздел 3	Организации и проведения спортивных соревнований по фитнес-аэробике. Подготовку и участие в соревнованиях, выполнение нормативов и судейство соревнований. Подготовка места для соревнований. Распределение на составы команд по дисциплинам вида спорта. Окончание соревнований и определение результатов. Фитбеки и самоанализ.
Оздоровительное плавание	
Раздел 1	Плавание, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место в оздоровительном занятии, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся оздоровительным плаванием. Определение исходного уровня тренированности методом функциональных проб. Основные термины и понятия плавания. Основные средства начального обучения плаванию. Имитационные упражнения на суше, подготовительные упражнения для освоения с водной средой (упражнения для ознакомления с плотностью и сопротивлением воды, передвижения, упражнения на погружение под воду и открывание глаз в воде, всплытия и лежания, упражнения на освоение основ дыхания в воде, упражнения на скольжение, элементарные движения руками и ногами в скольжении, плавание облегченными и неспортивными способами).
Раздел 2	Техника плавания способом кроль на груди: общая характеристика способа, положение и движения тела и головы пловца, движения руками в согласовании с дыханием, движения ногами в согласовании с дыханием, общее согласование движений. Методика обучения. Техника плавания способом брасс: общая характеристика способа, положение и движения тела и головы пловца, движения руками в согласовании с дыханием, движения ногами в согласовании с дыханием, общее согласование движений. Методика обучения. Общая характеристика поворотов в спортивном плавании. Правила и техника выполнения старта из воды. Методика обучения.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта плавание. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по плаванию

	Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия плаванием (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений для сухого плавания, и комплексов на воде. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).
ГСС плавание	
Раздел 1	Совершенствование техники стилей и выполнения специальных технических упражнений, направленной на развитие физических качеств с использованием и без использования спортивного инвентаря. Функциональные пробы для определения физической подготовленности.
Раздел 2	Различные виды проведения занятий по подготовке к соревнованиям по плаванию. Дыхательные практики, рациональное питание, режим тренировок и отдыха.
Раздел 3	Система проведения соревнований по плаванию. Система судейства спортивных соревнований. Соревнования регионального и всероссийского уровня (участие обучающихся).
Функциональное многоборье	
Раздел 1	Использование различных методов проведения тренировочного процесса в структуре занятий по функциональному многоборью. Обучение технике выполнения упражнений с максимально возможной скоростью без ущерба технике в подготовке к соревнованиям. Контрольные функциональные пробы для оценки физической формы.
Раздел 2	Обучение навыкам работы с собственным телом, влияние определенных видов нагрузок на человеческий организм и процессы адаптации, системы восстановления организма после тренировочной и соревновательной нагрузки. Основы нутрициологии.
Раздел 3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями.
ГСС Функциональное многоборье	
Раздел 1	Обучение технике выполнения упражнений, направленной на развитие физических качеств с использованием и без использования спортивного инвентаря. Функциональные пробы для определения физической подготовленности.
Раздел 2	Различные виды проведения занятий в функциональном многоборье. Обучение основам паркура и воздушно-силовой атлетики для

	преодоления препятствий, изучение и развитие специфических видов хвата. Основы рационального питания.
Раздел 3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями. Соревнования между обучающимися.
Борьба (самбо, дзюдо)	
Раздел 1	Основные правила страховки и самостраховки и техника безопасности. Правила самостраховки при падении на спину, бок, грудь. Техника выполнения специальных упражнений самбистов и дзюдоистов: «борцовского моста переднего и заднего», «забеганий», переходов из «переднего борцовского моста» на «задний борцовский мост» и обратно. Основные средства и методы развития специальных физических качеств борца: силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости. Основы акробатики.
Раздел 2	Изучение видов захватов, приемов выведения из равновесия. Изучение удержаний (сбоку, поперек, сверху, со стороны головы, со стороны ног). Изучение вариантов ухода от удержаний. Изучение переворотов в партере и их основные виды. Техника переворотов в партере и переходов на удержания. Изучение базовых болевых приёмов на руки, понятие, виды характеристика (рычаги локтя, рычаги плеча, узлы плеча). Болевые приёмы на ноги, понятие, виды, характеристика (рычаги колена, рычаги бедра, узлы бедра, ущемления ахиллова сухожилия и икроножной мышцы). Благоприятные ситуации для проведения болевых приемов, способы защиты, техника выполнения. Изучение базовой бросковой техники (броски туловищем, броски ногами, броски руками). Изучение техники удушающих приемов в дзюдо.
Раздел 3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися.
ГСС борьба (самбо, дзюдо)	
Раздел 1	Специальная физическая подготовка борцов. Методика проведения тренировок для развития специальных навыков борцов на развитие физических качеств. Индивидуальная техника борьбы в партере и стойке. Корректировка техники. Обучение методике ведения энергосберегающей схватки. Акробатика в системе проведения тренировок по самбо и дзюдо.
	Совершенствование индивидуальной техники, комбинации приемов борцовской техники в стойке

Раздел 2	и партере. Варианты выходов на удержания и уходов от удержаний (сбоку, поперек, сверху, со стороны головы, со стороны ног). Изучение переворотов в партере и их основные виды. Техника переворотов в партере. Комбинации болевых приёмов на руки, понятие, виды характеристика (рычаги локтя, рычаги плеча, узлы плеча). Комбинации болевые приёмы на ноги, понятие, виды, характеристика (рычаги колена, рычаги бедра, узлы бедра, ущемления ахиллова сухожилия и икроножной мышцы). Благоприятные ситуации для проведения болевых приемов, способы защиты, техника выполнения. Комбинации бросковой техники (броски туловищем, броски ногами, броски руками). Специфические удушающие приемы в дзюдо. Система оценки бросков в самбо и дзюдо.
Раздел 3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися. Запрещенные действия при ведении соревновательных схваток в самбо и дзюдо
Скандинавская ходьба	
Раздел 1	История развития скандинавской ходьбы. Международная федерация скандинавской ходьбы. Российская федерация северной ходьбы. Обучение подбору палок для скандинавской ходьбы под занимающегося. Рассмотрение различных видов палок, обучение обращению с палками различных видов. Отличие палок для скандинавской ходьбы от лыжных палок. Оздоровительно-рекреативное значение скандинавской ходьбы.
Раздел 2	Обучение правильной технике скандинавской ходьбы: -положение палки относительно тела -работа рук, положение палки в руке -работа ног -темп ходьбы -постановка стопы -осанка -величина размаха руками -техника дыхания Обучение технике ходьбы в гору. Обучение технике спусков. Обучение технике ходьбы с высоким темпом. Обучение использованию мобильных устройств для отслеживания показателей тренировок и контроля маршрута. Обучение прохождения техничных участков трассы. Обучение использованию палок на различных поверхностях.

	Обучение работе с использованием утяжелителей, корректировка техники ходьбы с учетом использования утяжелителей.
Раздел 3	Правила проведения соревнований по скандинавской ходьбе. Правила вида спорта скандинавская ходьба на различных дистанциях. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.
ГСС спортивная борьба панкратион	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в панкратии. Совершенствование ударной и борцовской техник. Специальные упражнения для развития физических качеств бойца смешанного стиля. Корректировка техники защиты, развитие атак с дальнейшим переходом в борьбу. Индивидуальная техника. Обучение навыкам ведения борьбы по правилам традиционного и классического панкратия, запрещенные действия.
Раздел 2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки борцов в панкратии. Энергосберегающее ведение схваток в стойке и партере. Кардиотренировка в подготовке бойцов смешанного стиля. Упражнения специальной подготовки для борцов в панкратии. Комбинация ударной и борцовской техник. Развитие борцовской схватки, доведение до болевого или удушающего приема. Тактика защиты в СБЕ ММА при добиваниях соперника в маунте. Выходы на доминирующие позиции, удержание занятых позиций.
Раздел 3	Правила судейства панкратия классического и традиционного, проведение соревнований по спортивной борьбе панкратион, СБЕ ММА. Соревнования между занимающимися. Рестарт-позиции в соревнованиях по панкратиону.
ГСС бразильское джиу-джитсу, бжж	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в борьбе. Роллинг как ведение тренировочного процесса в бразильском джиу-джитсу и бжж, совершенствование техники. Умение вести несколько длительных схваток с различными соперниками. Виды захватов в ги и ноуги. Осанка в борьбе.
Раздел 2	Изучение работы в партере (инверт, черепаха). Углубленные болевых и удушающих приемов. Развитие тейкдаунов. Ограничения по выполнению сабмишенов в зависимости от поясов и правил соревнований. Изучение вариантов частных

	ситуаций открытого гарда. Атакующие действия снизу, атакующие действия сверху.
Раздел 3	Правила судейства в бразильском джиу-джитсу и грепплинге, правила соревнований в формате «до сдачи (submission only)», проведение соревнований по бжж. Проведение соревнований среди обучающихся. Аттестация на пояса.
	Скалолазание
Раздел 1	Структура занятий. Правила и техника безопасности на тренировках Снаряжение скалолаза. Морально-волевые качества спортсмена Гигиена, режим, питание спортсмена Ознакомительные занятия с оборудованием. Личное снаряжение: обувь, страховочная система (обвязка), мешочек для магнезии, каска. Групповое снаряжение: веревки, оттяжки, зажимы, тормозные устройства.
Раздел 2	Укрепление здоровья и физическое развитие спортсменов, развитие необходимых скалолазу двигательных качеств: гибкости, ловкости, силы, умения координировать движения, равновесия; - приобретение физических и волевых качеств, необходимых для занятий скалолазанием. Приобретение соревновательного опыта и выполнение контрольных и разрядных нормативов.
Раздел 3	Соревнования между факультетами внутри вуза. Соревнования на трудность: - лазание с нижней или верхней страховкой, «Болдеринг» - серия коротких трудных трасс, Соревнования на скорость с верхней страховкой: а/ индивидуальное лазание по эталонной или произвольной трассе, б/ парная гонка по эталонной или произвольной трассе. Соревнования на трудность и скорость могут проходить на открытых и закрытых трассах.
ГСС скалолазание	
Раздел 1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенное наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. Предупреждение опасных и вредных факторов, которые могут встречаться в скалолазании. Упражнения для предупреждения травм: растяжка ключевых мышц, техника спрыгиваний, уход в кувырок, перекаты и т.д. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с

	энергетическими затратами. Психофизиологическая нагрузка в сочетании с учебным процессом.
Раздел 2	Тесты для оценки физических качеств и уровня физической готовности. Измерение и оценка различных показателей, занимающихся на скалолазании для оценки эффективности занятий. Лазание по трассе с вертикальными участками, участками с нависанием до максимума. Энергосберегающее лазание. Упражнения на развитие гибкости. Совершенствования технических приёмов. Уменьшение размера зацепок на пройденных маршрутах.
Раздел 3	Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью. Организация спортивных мероприятий. Разбор ошибок и техники по результатам соревнований. Рассмотрение допущенных ошибок в технике, прохождение соревновательных трасс.
ГСС спортивный туризм	
Раздел 1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенное наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. Предупреждение опасных и вредных факторов, которые могут встречаться в скалолазании. Повторение техники безопасности и ключевые моменты на занятиях по спортивному туризму при работе с верёвками, при работе на скалодроме, при работе на местности. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами. Психофизиологическая нагрузка в сочетании с учебным процессом.
Раздел 2	Беговые тренировки с отягощением для развития выносливости. Отработка техники движение на беговых лыжах: -коньковый ход -классический ход -прохождение подъемов -прохождение спусков -прохождение поворотов Лыжные тренировки с отягощением. Отработка преодоления вертикальных этапов лично и в команде с организацией перил и страховки. Отработка приёмов транспортировки пострадавшего на вертикали. Отработка наведения этапов на местности.

	Отработка техники прохождения скалолазных трасс с нижней командной страховкой. Отработка походных навыков.
Раздел 3	Правила вида спорта спортивный туризм на различных дистанциях. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.
Бальные танцы	
Раздел 1	Базовые элементы и движения танцев. Техника работы стопы, подъема и снижения корпуса, степеней поворотов, положений в паре. Основы ведения в паре. Методика составления учебных вариаций танцев.
Раздел 2	Характеристика основного ритма, счета, музыкального размера танцев европейской и латиноамериканской программ. Понятия ритмичность и музыкальность в бальных танцах.
Раздел 3	Виды и формы соревнований в танцевальном спорте. Простейшие соревновательные композиции. Костюм европейской и латиноамериканской программы по возрастным группам. Основы правил соревнований.
ГСС Бальные танцы	
Раздел 1	Характерные особенности, стиль и манера исполнения европейских и латиноамериканских танцев. Основные элементы и движения танцев. Техника работы стопы, подъема и снижения корпуса, степеней поворотов, положений в паре. Основы ведения в паре. Методика сочинения учебных и конкурсных вариаций танцев.
Раздел 2	Характеристика основного ритма, счета, музыкального размера танцев европейской и латиноамериканской программ. Понятия ритмичность и музыкальность как критерии судейства на спортивных соревнованиях.
Раздел 3	Виды и формы соревнований в танцевальном спорте. Характеристика соответствия произвольной программы с классификационными требованиями для всех танцевальных классов. Костюм европейской и латиноамериканской программы по возрастным группам. Система подсчета баллов и мест «Скейтинг».
Мини-футбол	
Раздел 1	Мини-футбол, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место занятия мини-футбола, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся мин-футболом. Определение исходного уровня тренированности

	студентов методом функциональных проб. Основные термины и понятия мини-футбола. Основные средства обучения мини-футбола. Технические элементы с мячом, подготовительные упражнения для освоения техническими приёмами в мини-футболе (дриблинг, «финты», отбор мяча, жонглирование мяча. Основы техники перемещений без мяча, ведения мяча, остановки и передачи мяча, ударов по мячу). Способы приема мяча, передачи мяча, ведения мяча. Удары по мячу различными способами из различных положений.
Раздел 2	Изучение, овладение основными приёмами техники футбола: короткий пас, пас на дальнее расстояние. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами техники футбола: ввод мяча со стандартных положений, удары по воротам, отбор мяча у противника. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами техники футбола: перемещение с мячом, без мяча, приём мяча. Методика обучения. Изучение техники и тактики игры. Методика обучения. Изучение, овладение навыков игры в мини-футбол. Методика обучения. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в обороне. Методика обучения. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в нападение. Методика обучения. Обучение и совершенствование тактики игры вратаря. Методика обучения. Изучение, овладение техники игры в мини-футбол в игровом процессе. Самостоятельные занятия по мини-футболу (методика и составления самостоятельных комплексов упражнений для занятий мини-футбола. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по мини-футболу. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по мини-футболу. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Популяризации мини-футбол в студенческой среде. Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.

ГСС мини-футбол	
Раздел 1	Совершенствования технику, методику техническим элементам игры в мини-футбол. Совершенствования технику передвижений (бег, прыжки, остановки, повороты). Совершенствования удары по мячу ногой (удар внутренней стороной стопы, удар внутренней частью подъема, удар средней частью подъема, удар внешней частью подъема, удар носком, удар пяткой, удары по неподвижному мячу, удары по катящемуся мячу, удары по летящему мячу, удар с поворотом, удар с полуклета, удар по мячу головой, удар с середины лба, удар боковой частью лба). Совершенствования технику остановка мяча (ногой, подошвой, подъемом, бедром, с переводом, внутренней частью подъема, внешней частью подъема, грудью, головой). Совершенствования технику введение мяча (средней частью подъема, внутренней стороной стопы, внешней частью подъема, носком). Обманные движения (финты).
Раздел 2	Углубленное изучение официальной правила игры мини-футбола. Совершенствование тактических приемов в игре мини-футбол. Совершенствование тактики игры, тактические действия в защите. Тактические действия в нападении. Двусторонняя игра Присоединение игроков поддержки, прикрытие мяча, выбор продолжения атаки. Совершенствование групповой тактики, ее понятие и содержание. Групповые задачи командной игры. Тактика игры вратаря: выбор места, взаимодействие с партнерами.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий: Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Выставочные матчи Учебно-тренировочные мероприятия. Организация спортивных мероприятий. Функции спортивных соревнований. Повышение спортивного мастерства и подготовки спортивного резерва в составы сб РХТУ. Популяризации мини-футбол в студенческой среде. Предоставления спортсменам игровой практики. Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.

Дартс	
Раздел 1	Игра дартс, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место занятия игры дартс, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся игрой дартс. Определение исходного уровня тренированности студентов методом функциональных проб. Основные термины и понятия игры дартс. Основные средства обучения игры дартс. Технические элементы с дротиком, подготовительные упражнения для освоения техническими приёмами в игре дартс (элементы техники дартс, виды позиций для броска, хватка дротика, работа руки при броске, значение однообразия действий, самопроверка. ошибки, допускаемые при броске). Основные этапы броска дротика; концентрация, моргание, визуализация, прицеливания, бросок
Раздел 2	Изучение, овладение основными приёмами техники броска дротика в мишень. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами игры «501». Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами игры «большой раунд». Методика обучения. Изучение техники и тактики игры дартс. Методика обучения. Изучение, овладение навыков игры в игру дартс. Методика обучения. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в игре дартс.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований спортивной игры дартс. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по игре дартс. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Популяризации игры дартс в студенческой среде. Предоставления спортсменам игровой практики; Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.
Регби	
Раздел 1	Регби как система воспитания. Основы регби. Развитие физических качеств необходимых игроку в регби. Знакомство с различными видами регби. Регби -15, регби-7, регби пляжное, снежное регби. .

	Понятие открытой и фазовой игры. Методика развития физических качеств: использование веса собственного тела, с партнёром (во взаимном сопротивлении), со свободными весами. Техника безопасности при проведении занятий. Формирование способности использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. Методы самоконтроля.
Раздел 2	Техника безопасности при проведении занятий на спортивных объектах. Разминка как способ борьбы с травматизмом. Освоение техники паса и приема передач на месте и в движении. Беговые упражнения с мячом. Ловля высокого мяча. Захват/ контакт. Правила безопасного поведения/падения при захвате. Специальная разминка для подготовки к контактной работе (плечевой пояс, мышцы шеи, суставная разминка) Боковой захват, подавляющий захват, захват сзади, блокирующий захват, вывод мяча из зоны контакта. Подбор мяча, пас с земли, скрытый пас, пас из захвата. Игра ногой. Удар с рук. Удар с отскока. Удар с земли
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта регби. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы и цели проведения соревнований по регби. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия по подготовке регбиста в межсезонье (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений для атлетической, беговой и технической подготовке)
ГСС регби.	
Раздел 1	Основы спортивной подготовки. Совершенствование технических навыков регбиста. Психологическая подготовка регбиста Атлетическая подготовка, включающая в себя: Воспитание общей выносливости Воспитание гибкости Воспитание ловкости и развитие координации. Скоростно-силовая подготовка Силовая подготовка Совершенствование беговых техник в тренировочных условиях и в условиях матча. Дальнейшее совершенствование фазовой и открытой игры. Рак, Мол, Коридор. Тактико-техническая подготовка. Совершенствование игры в защите и в нападении. Методы сохранения пространства

Раздел 2	Углубленное изучение правил. Тренировка на выносливость. Тест Купера - 12 мин Блеер (бег, 1 мин) Расстояние 20 м между маркерами. Задача пробежать мах количество отрезков за 1 мин. Совершенствование игры ногой. Удар из-под схватки. Удар с линии 22 м. Дроп-Гол. Удар по воротам. Штрафной удар. Отработка дальних ударов (т.н. «удар 50-22»). «Удар под набегание» "Ирландский квадрат" - игроки движутся трусцой по сторонам квадрата 30х30м. В вершинах квадрата выполняются упражнения (отжимания, приседания, прыжки в группировке, работа с отягощениями и т.п.) 5 циклов, отдых 1 мин. Игра в защите. Отбор мяча в захвате, Передний, боковой, задний. Игра в защите. Передача мяча в момент захвата (за спиной защитника). Передача мяча в захвате (пас после падения). Подбор мяча поддержкой и продолжение атаки. Действия игрока с мячом на земле. Контроль мяча и выкладывание в процессе давления. Постановочная игра «Пас через землю». Совершенствование тактических приемов в игре регби. Присоединение игроков поддержки, прикрытие мяча, выбор продолжения атаки. Формирование коридора, синхронность перестроений, вбрасывание, прыжок, ловля, отыгрыш мяча.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий: Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Выставочные матчи Учебно-тренировочные мероприятия. Организация спортивных мероприятий. Функции спортивных соревнований. Повышение спортивного мастерства и подготовки спортивного резерва в составы сборных команд России и Москвы; Популяризации регби в студенческой среде; Предоставления спортсменам игровой практики; Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов; Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.
Атлетическая гимнастика	
Раздел 1	Требования техники безопасности на занятиях. Основные принципы построения тренировки Биомеханические закономерности движений. ОРУ (общеразвивающие упражнения), упражнения на перекладине и брусках, ходьба и бег на беговой дорожке.

	дорожке, упражнения на растяжку. Система постепенного увеличения отягощений. Виды отягощений, подбор рабочего веса отягощения. Принцип «пирамиды». Анализ собственного результата. Выполнение упражнений с повышением нагрузки, запись выполненного упражнения в дневник тренировок.
Раздел 2	Система построения круговой тренировки. Понятие круговой тренировки. Выбор упражнений. Использование круговой тренировки в тренировочном цикле. Выполнение упражнений в круговом цикле.
Раздел 3	Система предельных отягощений. Расчет предельного отягощения. Функциональные ограничения на выполнение предельных отягощений. Подготовка организма к выполнению упражнения с максимальной нагрузкой. Обеспечение страховки и самостраховки. Правила и система соревнований.
ГСС Армреслинг	
Раздел 1	Правила поведения и техника безопасности на занятиях армреслингом Профилактика травматизма на занятиях. Меры предосторожности при поднятии тяжестей История развития силовых видов спорта (гиревой спорт, пауэрлифтинг, культуризм, атлетизм) Мышечная работа. Биологические процессы, протекающие в организме при занятиях силовыми видами спорта. Профилактика простудных заболеваний, способы закаливания организма.
Раздел 2	Врачебный контроль, самоконтроль. Влияние витаминов и пищевых добавок на организм обучающихся. Психологическая подготовка. Правила соревнований. Их организация и проведение
Раздел 3	Индивидуальный подбор веса отягощений при работе в тренажерном зале, в соответствии с уровнем развития физических качеств Подбор комплекса упражнений для развития определенных групп мышц Подбор комплекса упражнений на расслабление и растяжку мышечных групп Методика построения и проведения тренировочных занятий.
ГСС горные лыжи	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий горнолыжный спорт. Укрепление здоровья, совершенствование специальных физических качеств, совершенствование техники и тактики, развитие силовых качеств, аэробных возможностей

	организма, повышение мастерства занимающихся. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся горнолыжным спортом.
Раздел 2	Повышение уровня общего физического развития и укрепления здоровья, повышение общей и функциональной физической подготовки, специальных физических качеств, совершенствование техники и тактики, формирование мобилизационной готовности у занимающихся.
Раздел 3	Организации и проведения спортивных соревнований по горнолыжному спорту. Подготовку и участие в соревнованиях, выполнение нормативов по горнолыжному спорту. Подготовка места для соревнований. Подготовка экипировки и инвентаря. Распределение на команды. Окончание соревнований и определение результатов. Дневник самоконтроля.
Настольный теннис	
Раздел 1	Правила настольного тенниса и основной инвентарь. Влияние технологических новшеств в развитии настольного тенниса. Поддачи и основные виды ударов настольном теннисе. Удары с верхним вращением мяча, удары с нижним вращением, плоские удары (без вращения). Прием подач соперника. Техника работы ног в настольном теннисе. - Выбор ракетки и способы держания. - Удары по мячу. - Игра в ближней и дальней зонах. - Вращение мяча. - Основные положения теннисиста. Исходные положения, выбор места. - Способы перемещения. Шаги, прыжки, выпады, броски. Одношажные и двушажные перемещения. - Поддача (четыре группы подач: верхняя, боковая, нижняя и со смешанным вращением). Поддача накатом, удары слева, справа, - Удары: накатом по короткому мячу, крученая «свеча» в броске. - Применение подач с учетом атакующего и защищающего соперника. - Упражнения с мячом и ракеткой. - Вращение мяча в разных направлениях. - Тренировка двигательных реакций. Передвижения у стола (скрестные и приставные шаги, выпады вперед, назад и в стороны). - Тренировка удара: накатом у стенки, удары на точность. Игра у стола. Игровые комбинации

Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в настольный теннис. Приемы игровых техник. Базовые упражнения технической подготовки игровых видов спорта. Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения).
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта настольный теннис. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
ГСС настольный теннис	
Раздел 1	История волейбола. Характеристика волейбола как учебного предмета и вида спорта. Совершенствование техники перемещений. Методика обучения техническим элементам в настольном теннисе. Методика обучения вращения мяча. Методика обучения тактическим действиям в защите. Двусторонняя игра. Стойка теннисиста Сочетание перемещений и технических приемов. Совершенствование техники выполнения ударов с вращением и без вращения мяча. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Выбор ракетки и способы держания. - Удары по мячу. - Игра в ближней и дальней зонах. - Вращение мяча. - Основные положения теннисиста. Исходные положения, выбор места. - Способы перемещения. Шаги, прыжки, выпады, броски. Одношажные и двушажные перемещения. - Подача (четыре группы подач: верхняя, боковая, нижняя и со смешанным вращением). Подачи: короткие и длинные. Подача накатом, удары слева, справа, контрнакат (с поступательным вращением). - Удары: накатом с подрезанного мяча, накатом по короткому мячу, крученая «свеча» в броске - Основные тактические комбинации. При своей подаче: а) короткая подача; б) длинная подача. При подаче соперника: а) при длинной подаче – накат по

	прямой; б) при короткой подаче, кистевой накат в середину стола. - Применение подач с учетом атакующего и защищающего соперника. - Упражнения с мячом и ракеткой. - Вращение мяча в разных направлениях. - Тренировка двигательных реакций. - Атакующие удары (имитационные упражнения) и в игре. Происхождение и развитие игры. Основные понятия. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни. История народных игр. Роль игры в воспитании подрастающего поколения.
Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в настольный теннис. Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения). Воспитание выносливости (общая выносливость, специальная выносливость. СФП: упражнения специальной подготовки для отработки технических приемов. Основные критерии оценки физических качеств.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта настольный теннис Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по настольному теннису. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия настольным теннисом (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений). Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Подготовка инвентаря. Проведение жеребьевки. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
Волейбол	
Раздел 1	История волейбола. Характеристика волейбола как учебного предмета и вида спорта. Обучение технике перемещений. Методика обучения передачам. Методика обучения подачам. Методика обучения нападающему удару. Методика обучения. Командные тактические действия в защите. Двусторонняя игра. Стойка волейболиста. Сочетание перемещений и технических приемов. Обучение технике выполнения нападающего удара:

	Ударные движения по мячу на месте, затем в прыжке, потом в прыжке после разбега. Техника верхней и нижней передачи в волейболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Происхождение и развитие игры. Основные понятия. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни. История народных игр. Роль игры в воспитании подрастающего поколения. Техника подачи стоя и в прыжке в волейболе. Тактика защиты и нападения в волейболе. Освоение техники приемов игры в волейбол. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Закрепление и совершенствование стойки волейболиста.
Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в волейбол. Приемы игровых техник. Базовые упражнения технической подготовки игровых видов спорта. Воспитание силы – разучивание и отработка упражнений в сопротивлении, работа с отягощением веса собственного веса и т.д.) Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения). Воспитание выносливости (общая выносливость, специальная выносливость.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта волейбол. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
ГСС волейбол	
Раздел 1	История волейбола. Характеристика волейбола как учебного предмета и вида спорта. Совершенствование техники перемещений. Методика обучения передачам. Методика обучения подачам. Методика обучения нападающему удару. Командные тактические действия в нападении с изменением позиций игроков. Блокирование (одиночный и двойной блок). Индивидуальные тактические действия в нападении через игрока передней и задней линии. Методика обучения. Командные тактические действия в защите. Двусторонняя игра. Стойка волейболиста.

	Сочетание перемещений и технических приемов. Совершенствование техники выполнения нападающего удара: Ударные движения по мячу на месте, затем в прыжке, потом в прыжке после разбега. Техника верхней и нижней передачи в волейболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Происхождение и развитие игры. Основные понятия. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни. История народных игр. Роль игры в воспитании подрастающего поколения. Техника подачи стоя и в прыжке в волейболе. Тактика защиты и нападения в волейболе. Совершенствование техники приемов игры в волейбол. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Закрепление и совершенствование стойки волейболиста.
Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в волейбол. Приемы игровых техник. Базовые упражнения технической подготовки игровых видов спорта. Воспитание силы – разучивание и отработка упражнений в сопротивлении, работа с отягощением веса собственного веса и т.д.) Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения). Воспитание выносливости (общая выносливость, специальная выносливость. СФП: упражнения специальной подготовки для отработки передач, подач, нападающих ударов, блокирования. Основные критерии оценки физических качеств.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта волейбол. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по волейболу. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия волейболом (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Подготовка инвентаря. Распределение на команды. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
ГСС лыжные гонки	

Раздел 1	Лыжи, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место в оздоровительном занятии, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся лыжным спортом. Ознакомление с основными понятиями общей выносливости: бег, сила, гибкость, ловкость, выносливость.
Раздел 2	Закрепление упражнений для начального освоения с лыжами и снегом, строевые упражнения с лыжами и на лыжах. Закрепление техники скользящего шага, его периоды и фазы. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Закрепление техники попеременного двухшажного классического хода. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Ходьба на льду в колонне и шеренге на коньках. Техника двухопорного скольжения на коньках. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Анализ техники одновременно бесшажного и одновременно одношажного классических ходов. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Анализ техники спусков – низкая, средняя, высокая стойки. Преодоление неровностей склона. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника скольжения на одном коньке. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Анализ техники подъемов – лесенкой, полувелочкой, елочкой, ступающим и скользящим шагом. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Анализ техники торможения – полуплугом, плугом, упором, боковым соскальзыванием, палками, падением. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника поворотов налево и направо без отрыва ног ото льда на коньках. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Анализ техники поворотов в движении – переступанием, плугом, полуплугом, на параллельных лыжах. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Анализ техники коньковых ходов. Сравнительная характеристика попеременных и одновременных ходов. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника торможения «полуплугом» и «плугом» на коньках. Техника скольжения спиной вперед на коньках. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Способы

	перехода с хода на ход. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта лыжные гонки. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по лыжным гонкам. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Выбор способов передвижения на лыжах в зависимости от условий скольжения, рельефа местности, характера опоры, обстановки соревнования, индивидуальных особенностей.
Баскетбол	
Раздел 1	Стойка баскетболиста. Техника держания мяча, бросков с места двумя руками от груди в баскетболе. Техника бега боком вперед и спиной вперед в баскетболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Происхождение и развитие игры. Основные понятия.
Раздел 2	Тактика игры. Освоение техники приемов игры в баскетбол. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника ведения мяча на месте и в движении в баскетболе. Техника бросков по кольцу с места и ведения мяча в баскетболе. Тактика защиты и нападения в баскетболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления.
Раздел 3	Правила проведения подвижных игр. Правила игры в баскетбол. Техника безопасности при проведении подвижных игр. Подготовка и проведение игры. Выбор игры. Подготовка места для игры. Подготовка инвентаря. Распределение на команды. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля. Закрепление и совершенствование стойки баскетболиста. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни.
Шашки	
Раздел 1	- Основные стадии партии: начало (дебют), середина (миттельшпиль), окончание (эндшпиль). - Значение начала (дебют) в русских шашках. - Преимущество центральных шашек перед бортовыми. - Изолированные шашки. Фланги. Недопустимость

	заметного ослабления одного из них.
Раздел 2	- Значение ударных колонн. Шашки первого ряда, их связь с укреплением и ослаблением позиций. - Порядок введение шашек в игру. «Золотая» шашка. - Определение комбинации. Финальные удары. Простейшие элементы комбинации: устранение «мешающих» шашек и «доставка» недостающих, подрыв слабых полей. - Нормальные окончания. Петля. Двойная петля.
Раздел 3	Четыре дамки против одной. Три дамки против одной. - Понятия: размен, выигрыш темпа, оппозиция, скользящий размен, запираение, распутье. Примеры: самоограничение, отбрасывание. Три дамки против дамки и простой.
Шахматы	
Раздел 1,2,3	История развития шахмат. Современное состояние шахмат. Шахматы как олимпийский вид спорта. Роль шахмат в интеллектуальном развитии молодого поколения. Влияние шахмат на развитие памяти и аналитических способностей студентов бакалавриата. Понятия дебютов, миттельшпиля и эндшпиля в шахматной партии. Шахматы как средство улучшения усидчивости и упорства в достижении поставленных целей для студентов.
	- Шахматная доска, белые и черные поля, горизонталь, вертикаль, диагональ, центр. - Шахматные фигуры. - Общие представления. - Начальная расстановка фигур. - Шахматная партия. - Как начинать шахматную партию. - Ходы, взятие фигур. - Игра на уничтожение. Шах. - Длинная и короткая рокировка, шах, мат, пат, ничья.
Окинава кэмпо каратэ	
Раздел 1	Каратэ, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место в оздоровительном занятии, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся каратэ.

	Определение исходного уровня тренированности методом функциональных проб. Основные термины и понятия каратэ. Основные средства начального обучения каратэ. Базовые техники (кихон). Имитационные упражнения ударов, подготовительные упражнения для освоения моторики и траектории ударов и защитных действий (упражнения на развитие необходимой мускулатуры, передвижения с ударами, упражнения на сопротивление для укрепления блоков, упражнения на нахождение сильного положения тела при атаке и защите).
Раздел 2	Техника перемещения в стойках: общая характеристика способа, положение голени и <u>ступней</u> ног, расстояние между ними, положение головы, <u>спины</u>, груди, ягодиц, бёдер и коленей, расположение и поза рук, распределение веса тела, размещение и перемещение центра тяжести. Методика обучения. Техника нанесения ударов рукам и ногами: общая характеристика способов, положение головы, тела, рук и ног, движения руками и ногами в согласовании с дыханием, общее согласование движений. Методика обучения. Комплексы формальных упражнений (ката): специальные способы перемещения с ударами и блоками, скоординированность движений частей тела, правильное дыхание, ощущение нахождения тела в пространстве, концентрация и внимание. Методика обучения.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта каратэ. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по каратэ. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Самостоятельные занятия каратэ. Методика проведения и составления самостоятельных программ для воспитания необходимых для каратиста физических качеств. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Основные средства и методы развития общих физических качеств каратиста: силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости.
ГСС окинава кэмпо каратэ	
Раздел 1	Страховка и самостраховка на занятиях каратэ. Основные правила страховки. Правила самостраховки при падении на спину, бок, грудь. Перекаты лицом, спиной, боком, через партнёра. Выведение из равновесия как подготовительное действие для броска. Применение центробежной силы при выполнении броска и применение её в ударах руками и ногами. Взаимосвязь между

	бросковой и ударными техниками.
Раздел 2	Виды защитных действий и контрприемов в стойке и партере. Основные средства и методы развития специальных физических качеств каратиста: силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости. Тренировка формальных комплексов (ката). Основные технические и тактические действия при тренировке ката: точная последовательность движений, выкрик (кимэ) в необходимых местах, уверенность в движениях, сила (мощь), сильное зажимание кулаков, осанка, правильность стоек, ориентирование в пространстве, удержание и перемещение центра тяжести в блоках и ударах, присутствие центробежной силы в блоках и ударах.
Раздел 3	Тренировочные и спортивные поединки. Техника и тактика, воспитание специальной выносливости, волевых качеств, силы ударов, сильной стойки и защитных действий, развитие комбинаторики движений, тактика ведение спортивного и тренировочного поединка в стойке и в партере. Отработка технических действий самообороны в ситуациях противостояния одному или нескольким противникам без применения подручных средств. Умение выходить из конфликта без ущерба для себя и окружающих. Психологические аспекты конфликтных ситуаций и способы их решения без поединка.
Бадминтон	
Раздел 1	Бадминтон, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся. Определение исходного уровня тренированности студентов методом функциональных проб и тестов. Основные средства обучения игры в бадминтон. Технические элементы работы с воланом, подготовительные упражнения для освоения техническими приёмами (элементы техники бадминтона, виды позиций для удара, хватка ракетки, работа руки при ударе, значение однообразия действий, самопроверка. ошибки, допускаемые при ударе).
Раздел 2	Изучение, овладение основными приёмами техники подачи и передачи. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами игры в бадминтон. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в бадминтоне.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований спортивной игры в бадминтон. Спортивные соревнования, проводимые по утвержденным правилам. Организация и функции спортивных

	соревнований. Принципы проведения соревнований. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Студенческие соревнования.
ГСС легкая атлетика	
Раздел 1	Основные виды легкой атлетики. Спортивная ходьба. Разновидности бега. Кроссовый бег. Бег по дистанции. Финиш. Специальные подводящие упражнения. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника высокого и низкого старта. Стартовый разгон. Техника бега на короткие дистанции. Бег по дистанции. Финиш. Специальные подводящие упражнения. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Нормативы по физической подготовленности. Бег 60 м, бег 100 м., 400 м. Кросс – 3 км. Дневник самоконтроля.
Раздел 2	Разновидности прыжков. Виды метаний. Прыжок в длину с места. Техника прыжков с разбега. Техника легкоатлетических метаний. Специальные подводящие упражнения. Контрольные нормативы по физической подготовленности, Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Нормативы по физической подготовленности. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами, прыжок в длину с разбега. Типичные ошибки, их предупреждение и способы их предупреждения. Дневник самоконтроля.
Раздел 3	Закрепление и совершенствование техники ходьбы и бега. Легкоатлетические многоборья. Специальные подводящие упражнения. Техника бега на средние дистанции. Бег по дистанции. Финиш. Специальные подводящие упражнения. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Нормативы по физической подготовленности: Бег на дистанции. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля.
	ГСС бильярд
Раздел 1	Правила поведения в спортивном зале. Техника безопасности на тренировках. Страховка и самостраховка на тренировках. Инструктаж по технике безопасности и поведению при чрезвычайных ситуациях. Рабочее место, устройство инвентаря, необходимого для игры в бильярд. Тема 5 Общие правила игры в бильярд. Удар по битку. Выполнение удара. Розыгрыш

	начального удара. Расстановка шаров. Практика: отработка упражнений. - постановка стойки - удары по битку без прицельного шара - правильность выполнения последовательности ударно-маховых движений - "откол" шаров от пирамиды - игра с другой (неудобной) руки - основы игры "чужих" и "своих" шаров - точность прицеливания - прямолинейность и плавность движений - контроль силы удара - "кладка" "пустых" шаров в лузы от борта - игра с "машинкой" - четкий центральный удар по битку - удары с "накатом", "оттяжкой" - пластичность движений руки, развивается сила "бильярдных" мышц.
Раздел 2	Отработка игровой стойки. Отработка ударно-маховых движений. Упражнение на развитие мышц руки. Отработка точности прицеливания. Отработка удара по битку. Отработка "мостов". Отработка контроля силы удара. Отработка плавности и прямолинейности движений. Отработка прицеливания при сыгрывании "чужих" шаров на прямых ударах. Отработка игры неудобной рукой.
Раздел 3	Основные упражнения при игре в бильярд. Отработка основных упражнений (основной уровень) - "кладка" "чужих" шаров на центральном ударе - "кладка" несложных шаров с "отсколом" от пирамиды - "кладка" несложных "чужих" и "своих" при игре от борта - умение выбрать удар среди шаров на столе - умение придать шару боковое вращение - "кладка" "своих" шаров на накатном ударе - умение накатывать на "подставку" - "кладка" несложных неудобных шаров с машинкой - "кладка" "пустых" шаров в лузы от борта - четкость выполнения ударно-маховых движений Основные правила участия в турнирах. Правила поведения.
	ГСС кендо
Раздел 1	Общеразвивающие упражнения: круговые движения головой, туловищем, ногами; маховые движения (преимущественно руками); сгибание и разгибание рук в упоре лёжа (отжимания), подтягивание на высокой перекладине; для мышц брюшного пресса, поднятие туловища, ног на гимнастической скамейке и лестнице с набивными мячами, с сопротивлением партнера и др.
Раздел 2	Строевые упражнения: Аси-сабаки: работа ног, передвижения. Строевые упражнения: Аюми-Аси – нормальный шаг, попеременное перемещение левой и правой стопы. Строевые упражнения: Окури-Аси – скользящий шаг с ведущей правой стопой, Строевые упражнения: Фумикоми-аси (также тобикоми) прыгающий шаг. Беговые упражнения:

	Кири-каэси, основные удары: сначала прямой мэн (шомэн-учи), затем попеременно левые и правые мэн (саюмэн-учи), как вперед, так и назад в движении. Беговые упражнения: Оикоми кейко – интенсивная отработка техники ударов на длинной дистанции.
Раздел 3	Приемы «вадза» Суриагэ-Вадза (техника отбивания ударов вправо или влево). Учебно-тренировочные бои (тактические или технические): Дзи-кйко (свободный спарринг с применением любой техники и тактики). Соревновательная подготовка: Кирикаеси, учикоми кейко, дзи-кейко.
Общая физическая подготовка (ОФП)	
Раздел 1	Основные виды проявления физических способностей. Методика развития физических качеств: использование веса собственного тела, с партнёром (во взаимном сопротивлении), со свободными весами. Техника безопасности при проведении занятий. Комплексы ОРУ в процессе физической подготовки.
Раздел 2	Физические качества человека. Воспитание силы Воспитание быстроты. Воспитание общей выносливости. Воспитание гибкости. Скоростно-силовая подготовка. Силовая подготовка. Воспитание ловкости и развитие координации.
Раздел 3	Методы самоконтроля. Психофизическая готовность студента. Формирование способности использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Адаптивная физическая культура (АФК)	
Раздел 1	Основные и вспомогательные средства адаптивной физической культуры и спорта. Использование различных методов проведения тренировочного процесса в структуре занятий по АФК. Обучение технике выполнения упражнений. Контрольные функциональные пробы для оценки физической формы.
Раздел 2	Двигательная функция и повышение устойчивости организма человека к различным условиям внешней среды. Средства адаптивной физической культуры в повышении функциональных возможностей организма. Физиологическая характеристика

	состояний организма при занятиях физическими упражнениями и спортом. АФК при заболеваниях систем организма. системы Динамика работоспособности обучающегося в учебном году и факторы, ее определяющие.
Раздел 3	Использование инструментов адаптивной физической культуры, как средств профилактики заболеваний и поддержания здорового образа жизни лиц с отклонениями в состоянии здоровья. Адаптивная физическая культура и самовоспитание личности. Комплексы АФК с гимнастическими палками при различных заболеваниях и для различных групп мышц. Адаптивный спорт. Специфика проведения соревнований.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– нормы здорового образа жизни	+	+		
2	– основные здоровьесберегающие технологии;	+	+		
3	– методы и средства поддержания уровня физической подготовленности	+	+	+	
	Уметь:				
4	– применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности	+	+	+	
5	– использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья	+	+		
6	– предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте	+	+		
	Владеть:				
8	– навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта	+	+	+	
9	– системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
15	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.	+	+	+
		УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте.	+	+	+

		УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных практических занятий*, выполнение установленных на данный семестр контрольных нормативов (тестов) общей физической и специальной подготовки элективных групп различной спортивной направленности.

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел	АЭРОБИКА, ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ГИМНАСТИКА	Акад. час
	1	Разучивание базовых движений аэробики. Простые соединения. Модификации движений.	2
	2	Воспитание гибкости. Комплексы упражнений с использованием спортивного инвентаря (резиновые амортизаторы, скакалки, мячи фитболы). Упражнения в парах и мини группах.	2
	3	Подготовка и проведение занятия (методика составления композиций по танцевальной аэробике)	2
2	Раздел	ФИТНЕС-АЭРОБИКА ГСС	Акад. час.
	1	Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков из отдельных видов спорта, закрепление и совершенствование их. Элементы ритмической, художественной гимнастики.	2
	2	Комплекс упражнений на развитие координации и баланса. Упражнения в парах и группах.	2
	3	Правила соревнований по фитнес-аэробике. Критерии и требования к композиции.	2
3	Раздел	ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЕ ПЛАВАНИЕ	Акад. час.
	1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности во время занятий оздоровительным плаванием. Наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов.	2
	2	Отработка и совершенствование базовой техники стилей плавания. Отработка технических навыков с использованием утяжелителей.	2
	3	Правила проведения соревнований по плаванию. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.	2
4	Раздел	ПЛАВАНИЕ ГСС	Акад. час
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в спортивной направленности. Обучение специальным навыкам	2

		в основные дисциплины плавания, обучение приемам тактики.	
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки пловцов. Упражнения общей и специальной физической подготовки для занимающихся. Выполнение нормативов группы высшего спортивного мастерства.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по плаванию. Правила и методика проведения соревнований по различным дисциплинам. Тренировочные матчевые встречи между командами вузов.	2
5	Раздел	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МНОГООБОРЬЕ ГСС	Акад. час.
	1	Использование различных методов проведения тренировочного процесса в структуре занятий по функциональному многоборью. Обучение технике выполнения упражнений с максимально возможной скоростью без ущерба технике в подготовке к соревнованиям. Контрольные функциональные пробы для оценки физической формы.	2
	2	Обучение навыкам работы с собственным телом, влияние определенных видов нагрузок на человеческий организм и процессы адаптации, системы восстановления организма после тренировочной и соревновательной нагрузки. Основы нутрициологии.	2
	3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями.	2
6	Раздел	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МНОГООБОРЬЕ	Акад. час.
	1	Обучение технике выполнения упражнений, направленной на развитие физических качеств с использованием и без использования спортивного инвентаря. Функциональные пробы для определения физической подготовленности.	2
	2	Различные виды проведения занятий в функциональном многоборье. Обучение основам паркура и воздушно-силовой атлетики для преодоления препятствий, изучение и развитие специфических видов хвата. Основы рационального питания.	2
	3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями. Соревнования между обучающимися.	2
7	Раздел	САМБО, ДЗЮДО ГСС	Акад. час.
	1	Специальная физическая подготовка борцов. Индивидуальная техника борьбы в партере и стойке	2
	2	Совершенствование индивидуальной техники, комбинации приемов борцовской техники в стойке и партере.	2
	3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися.	2
8	Раздел	САМБО, ДЗЮДО	Акад. час.
	1	Основные правила страховки и само страховки и техника	2

		безопасности. Техника выполнения специальных упражнений самбистов и дзюдоистов. Основные средства и методы развития специальных физических качеств борца. Основы акробатики.	
	2	Обучение базовой борцовской технике в партере и стойке	2
	3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися.	2
9	Раздел	СКАНДИНАВСКАЯ ХОДЬБА ГСС	Акад. час.
	1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности во время занятий скандинавской ходьбой. Наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов.	2
	2	Отработка и совершенствование техники скандинавской ходьбы. Отработка технических навыков с использованием утяжелителей.	2
	3	Правила проведения соревнований по скандинавской ходьбе. Правила вида спорта скандинавская ходьба на различных дистанциях. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.	2
10	Раздел	СПОРТИВНАЯ БОРЬБА ПАНКРАТИОН ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в панкратионе. Совершенствование ударной и борцовской техник. Корректировка техники защиты	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки борцов в панкратионе. Упражнения специальной подготовки для борцов в панкратионе. Комбинация ударной и борцовской техник. Развитие борцовской схватки, доведение до болевого или удушающего приема.	2
	3	Правила судейства панкратиона классического и традиционного, проведение соревнований по спортивной борьбе панкратион, СБЕ ММА. Соревнования между занимающимися. Рестарт-позиции в соревнованиях по панкратиону.	2
11	Раздел	БРАЗИЛЬСКОЕ ДЖИУ-ДЖИТСУ, БЖЖ ГСС	Акад. час.
	1	Роллинг как ведение тренировочного процесса в бразильском джиу-джитсу и бжж, совершенствование техники. Умение вести несколько длительных схваток с различными соперниками. Виды захватов в ги и ноуги. Осанка в борьбе.	2
	2	Работа в партере (инверт, черепаха). Углубленное болевых и удушающих приемов. Развитие тейкдаунов. Изучение вариантов частных ситуаций открытого гарда. Атакующие действия снизу, атакующие действия сверху.	2
	3	Правила судейства в бразильском джиу-джитсу и бжж, правила соревнований в формате «до сдачи (submission	2

		only)», проведение соревнований по бжж. Проведение соревнований среди обучающихся. Аттестация на пояса.	
12	Раздел	СКАЛОЛАЗАНИЕ	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в скалолазании. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий.	2
	2	Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.	2
	3	Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по скалолазанию.	2
13	Раздел	СКАЛОЛАЗАНИЕ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в скалолазании. Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков, закрепление и совершенствование их. Совершенствование техники специальных упражнений в структуре занятия по скалолазанию. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки скалолазов. Упражнения специальной подготовки для отработки технических навыков прохождения трасс.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по скалолазанию. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
14	Раздел	СПОРТИВНЫЙ ТУРИЗМ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в спортивном туризме. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий.	2
	2	Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.	2
	3	Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по спортивному туризму.	2
15	Раздел	БАЛЬНЫЕ ТАНЦЫ	Акад. час.
	1	Освоение базовых фигур и фаз движений стандартных танцев. Отработка танцев европейской программы.	2
	2	Освоение базовых фигур и фаз движений латинских танцев. Отработка танцев латиноамериканской программы.	2
	3	Введение в соревновательную деятельность. Внутри вузовские турниры. Освоение соревновательных программ.	2

16	Раздел	БАЛЬНЫЕ ТАНЦЫ ГСС	Акад. час.
	1	Совершенствование вариаций фигур и фаз движений стандартных танцев. Отработка танцев европейской программы.	2
	2	Совершенствование вариаций фигур и фаз движений латинских танцев. Отработка танцев латиноамериканской программы.	2
	3	Воспитание выносливости на этапе подготовки к соревнованиям по танцевальному спорту (циклические упражнения, общая выносливость, специальная выносливость).	2
17	Раздел	МИНИ-ФУТБОЛ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в мини-футболе. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по мин-футболу.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по мини-футболу. Упражнения специальной подготовки для отработки удара по мячу, ведения, передач и отбор мяча. Двусторонняя учебно-тренировочная игра по мини футболу.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по мини-футболу. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
18	Раздел	МИНИ-ФУТБОЛ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по мини-футболу (разминка, основная, заключительная часть – заминка).	2
	2	Воспитание ловкости средствами мини-футбола: подвижность двигательного навыка. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости с футбольным мячом.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по мини-футболу среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д)	2
19	Раздел	ДАРТС	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игры дартс. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия дартс (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся мини-футболам.	2
	2	Воспитание меткости, выносливости, силы, ловкости равновесие и гибкости средствами игры дартс: подвижность двигательного навыка. Техника безопасности при работе с дротиками. Профилактика травматизма.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по дартс среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д) Разновидности игры	2

		дартс и их особенности(правила игры «501», «Большой раунд», «Американский крикет», «Набор очков» и т.д).	
20	Раздел	РЕГБИ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных в регби. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по регби. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся регби.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по регби. Упражнения специальной подготовки для отработки стандартных положений (рак, мол, схватка, коридор начальный удар). Тактика игры в атаке и обороне. Двусторонняя игра.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по регби Тренировки в соревновательный период. Правила игры и методика проведения соревнований по регби	2
21	Раздел	РЕГБИ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по регби (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся регби.	2
	2	Воспитание средствами волейбола: силовой и скоростной выносливости, развитие силы, ловкости и гибкости. Выполнение комплексов упражнений для развития базовой техники	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по регби среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
22	Раздел	АТЛЕТИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА	Акад. час.
	1	Воспитание основных физических качеств. Базовые и изолированные упражнения для различных мышечных групп. Начальные комплексы упражнений для: мышц спины и бицепсов; грудных мышц и трицепсов; дельтовидных мышц и мышц брюшного пресса; мышц предплечий и мышц ног.	2
	2	Совершенствование основных физических качеств. Программа «Сила + масса». Силовой тренинг. Круговой тренинг.	2
	3	Совершенствование основных физических качеств. Комплексы упражнений переменного курса. Силовой тренинг. Методика разового предельного сокращения. Дополнительная проработка мышц брюшного пресса и голеней в умеренном объеме, с умеренной интенсивностью.	2
23	Раздел	АРМРЕСЛИНГ ГСС	Акад. час.

	1	Общеразвивающие упражнения без спортивного инвентаря Общеразвивающие упражнения со спортивным инвентарем	2
	2	Упражнения с отягощением на ремне Тяга штанги. Сгибание рук в запястьях со штангой, хват сверху Сгибание пальцев на тренажере Разгибание кисти с гантелью. Отведение кисти с односторонней гантелью, предплечье вертикально. Сгибание кисти со штангой в опущенных руках сзади. Стоя отведение кисти с односторонней гантелью. Сгибание руки с односторонней гантелью.	2
	3	Постановка индивидуальной техники Ударный метод развития взрывной силы мышц Избирательная тренировка отдельных мышечных групп Спарринг (учебная борьба)	2
24	Раздел	ГОРНЫЕ ЛЫЖИ ГСС	Акад. час.
	1	Формирование общей базы двигательных умений и навыков горнолыжного спорта. Совершенствование техники движений, элементов и связок горнолыжного спуска.	2
	2	Воспитание ловкости средствами горнолыжного спорта (подвижность двигательного навыка). Акробатические элементы, бег, прыжки и имитационные упражнения техники горных лыж.	2
	3	Системы проведения спортивных соревнований (спуск по склону длиной 250-300 м, прохождение трассы из 8-12 ворот, прямой спуск 100-120 м)	2
25	Раздел	НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в настольном теннисе. Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков, закрепление и совершенствование их. Совершенствование техники специальных упражнений в структуре занятия по настольному теннису. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся настольным теннисом.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по настольному теннису. Упражнения специальной подготовки для отработки технических ударов в настольном теннисе. Командные тактические действия в игре парами.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по настольному теннису. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
26	Раздел	НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС	Акад. час.
	1	Основы построения занятия. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по настольному теннису. (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Формирование необходимого фонда двигательных умений и	2

		навыков Формирование умений и навыков в проведении комплекса упражнений. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся настольным теннисом.	
	2	Воспитание ловкости, реакции. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости, реакции. Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д.	2
	3	Организации и проведения мероприятий по волейболу среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
27	Раздел	ВОЛЕЙБОЛ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в волейболе. Совершенствование техники специальных упражнений в структуре занятия по волейболу. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся волейболом.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по волейболу. Упражнения специальной подготовки для отработки нападающего удара, блокирования, защитных действий, приема подачи. Командные тактические действия в нападении с изменением позиций игроков. Двусторонняя игра.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по волейболу. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
28	Раздел	ВОЛЕЙБОЛ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по волейболу (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся волейболом.	2
	2	Воспитание ловкости, скоростно-силовых качеств, специальной прыгучести средствами волейбола. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости, реакции, скоростно-силовых качеств с волейбольным мячом.	2
	3	Организации и проведения мероприятий по волейболу среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
29	Раздел	ЛЫЖНЫЕ ГОНКИ ГСС	Акад. час.
	1	Способы дозирования физической нагрузки. Влияние физической нагрузки на развитие и совершенствование физических способностей у занимающихся лыжным спортом с различным уровнем подготовленности	2
	2	Ознакомление с основными понятиями общей выносливости. Бег. Сила. Методика развития силы. Упражнения, развивающие силу, методы совершенствования силы	2
	3	Система личного и командного зачета при проведении	2

		соревнований по лыжным гонкам.	
30	Раздел	БАСКЕТБОЛ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по баскетболу (разминка, основная, заключительная часть – заминка).	2
	2	Воспитание ловкости средствами баскетбола: подвижность двигательного навыка. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости с баскетбольным мячом.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по баскетболу среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д)	2
31	Раздел	БАСКЕТБОЛ (ГСС)	
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятия в мини-футболе. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по мин-футболу.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по мини-футболу. Упражнения специальной подготовки для отработки удара по мячу, ведения, передач и отбор мяча. Двусторонняя учебно-тренировочная игра по мини футболу.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по мини-футболу. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
32	Раздел	ШАШКИ	Акад. час.
	1	Основные стадии партии: начало (дебют), середина (миттельшпиль), окончание (эндшпиль).	2
	2	Определение комбинации. Финальные удары. Простейшие элементы комбинации: устранение «мешающих» шашек и «доставка» недостающих, подрыв слабых полей.	2
	3	Тренировка приемов Самоограничения, отбрасывания. Техника игры и комбинации «Три дамки против дамки» и «Простой».	2
33	Раздел	ШАХМАТЫ	Акад. час.
	1	Понятия дебютов, миттельшпиля и эндшпиля в шахматной партии.	2
	2	Шахматная партия. Как начинать шахматную партию. Ходы, взятие фигур.	2
	3	Игра на уничтожение. Шах. Длинная и короткая рокировка, шах, мат, пат, ничья.	2
34	Раздел	ОКИНАВА КЭМПО КАРАТЕ (ГСС)	Акад. час.
	1	Обучение технике самостраховки и упражнений в падении для избегания травм при проведении бросковых техник. Понятие о положении тела, головы, рук и ног. Отработка индивидуальных упражнений и с партнёром.	2
	2	Применение навыков полученных в тренировке формальных комплексов (ката) в ситуациях самообороны и соревновательной деятельности. Тренировка чувства времени	2

		(тайминг). Понятие о дистанции, угле атаки.	
	3	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки спортсменов по каратэ. Упражнения специальной подготовки для отработки комбинаций ударов, техники блокирования и перевода в партер. Тренировочные спарринги.	2
35	Раздел	ОКИНАВА КЭМПО КАРАТЕ	Акад. час.
	1	Обучение технике основных базовых упражнений (кихон) в структуре занятия по каратэ (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки физической подготовленности занимающихся каратэ.	2
	2	Воспитание координации и ловкости средствами каратэ. Развитие внимания и концентрации при выполнении комплексов формальных упражнений (ката).	2
	3	Организация и проведение спортивных соревнований по окинава кэмпо каратэ. Правила соревнований и методика проведения соревнований.	2
36	Раздел	БАДМИНТОН	Акад. час.
	1	Основы построения занятия. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по бадминтону (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков Формирование умений и навыков в проведении комплекса упражнений. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся бадминтоном.	2
	2	Воспитание ловкости, реакции средствами бадминтона. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости, реакции. Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д.	2
	3	Организации и проведения мероприятий по волейболу среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
37	Раздел	ЛЁГКАЯ АТЛЕТИКА ГСС	Акад. час.
	1	Применение упражнений аэробного характера с целью развития и совершенствование общей выносливости в лёгкой атлетике. Совершенствование навыков в проведении легкоатлетической тренировки с целью развития специальной выносливости.	2
	2	Совершенствование скоростных и скоростно-силовых качеств в лёгкой атлетике с целью применения в легкоатлетических соревновательных упражнениях.	2
	3	Изучение видов соревнований по лёгкой атлетике, характеристика соревновательных видов лёгкой атлетики.	2
38	Раздел	БИЛЬЯРД ГСС	Акад. час
	1	Изучение и освоение основных элементов в техники.	2

		Имитация целостного удара. Положение туловища, ног, рук, головы. Приведение кия к шару – прицеливание – проверка и удар по шару. При ошибке исправление перемещением туловища или удара. Тренировочные удары в лузу. Переход к другим лузам. Тренировочные игры на результат. Корректировка и само корректировка удара.	
	2	Отработка прицеливания двух шаров, развитие и закрепление навыка забивания шаров по прямой резке с открытого упора и комфортным расстоянием между шарами (25-35 см) в ближайшие лузы.	2
	3	Общие правила допуска к соревнованиям, форма одежды, Регистрация и протокол. Онлайн трансляции. Закрепление тренировочного материала в различных тренировочных играх, разработанных специально под каждый уровень занимающихся. Выполнение дача контрольных тестов.	2
39	Раздел	КЕНДО ГСС	Акад. час
	1	Основы построения занятия. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия (разминка, основная, заключительная часть – заминка).	2
	2	Воспитание ловкости средствами кендо: подвижность двигательного навыка. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий и соревнований по кендо среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д)	2
40	Раздел	ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (ОФП)	Акад. час
	1	Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.).	2
	2	Воспитание гибкости (упражнения в парах, группах, использование инвентаря). Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).	2
	3	Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований по избранному виду адаптивного спорта. Системы проведения спортивных соревнований.	2
41	Раздел	АДАПТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА (АФК)	Акад. час
	1	Способы регламентации нагрузки: адаптированное дозирование нагрузки, относительно значениям; дозирование в соответствии с энергетическими затратами. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.).	2

	2	Воспитание силы (упражнения внешнего отягощения, упражнения с отягощением весом собственного веса, изометрические упражнения, упражнения в сопротивлении).	2
	3	Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Порядок организации самостоятельной работы студентов по дисциплине разрабатывается кафедрой физического воспитания университета. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение учебно-методического материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- выполнения кейсов заданий и подготовка отчетов по разделу самостоятельной работы;
- участие в спортивных соревнованиях и физкультурно-массовых мероприятиях различного уровня в качестве участников или волонтеров.

Самостоятельная работа обучающихся при освоении разделов дисциплины осуществляется при руководстве и консультировании ведущего преподавателя.

Виды, содержание самостоятельной работы, формы контроля и отчетности о результатах самостоятельной работы, в том числе методические рекомендации обучающимся, преподавателям, определяются рабочей программой дисциплины, фондом оценочных средств и методическими указаниями

Оценивание результатов самостоятельной работы обучающихся осуществляется в конце учебного семестра при подведении итогов успеваемости.

Разработка кейсов заданий для реализации самостоятельной работы студентов, производится кафедрой физического воспитания университета, с учетом направленности на формирование результатов освоения дисциплины, как части образовательной программы.

Выполнение заданий при реализации часов, выделенных в раздел самостоятельной работы, способствует закреплению студентами знаний и навыков научно-практических основ физической культуры и спорта, методики самостоятельных занятий, особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности, а также развития основы и методики развития физических качеств и двигательных навыков. Студенты должны уметь использовать средства и методы физического воспитания для профессионального и личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни; владеть средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, ценностями физической культуры личности для успешной социально-культурной и профессиональной деятельности.

Результат самостоятельной работы студентов представляется в виде заданий и отчетов в соответствии с учебно-тематическими планами дисциплины, утвержденными на текущий учебный семестр.

Размещение кейсов заданий для самостоятельной работы и предоставление отчетов о результатах выполнения самостоятельной работы студентов возможно: как на бумажном носителе, так и посредством электронных образовательных платформ.

Для отдельных обучающихся в зависимости от степени ограниченности здоровья возможна разработка индивидуального учебного плана самостоятельной работы с индивидуальными заданиями и сроками их выполнения.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ в университете устанавливается особый порядок освоения дисциплины, с учетом рекомендаций и заключения выданного по результатам медицинского обследования (основанием является медицинский документ, предоставленный из медицинских учреждений, имеющих лицензию на право ведения медицинской деятельности).

Методические указания по освоению дисциплины приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Важным критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных практических занятий, выполнение всех предусмотренных рабочей программой дисциплина на данный семестр учебный семестр заданий текущего контроля (контрольных нормативов, тестов, заданий раздела самостоятельной работы) для групп общей физической и адаптивной физической подготовки.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из баллов за практические занятия (максимально 32 балла в первом семестре и по 64 балла во втором, третьем, четвертом семестрах), баллов за обязательное выполнение всех контрольных тестов, нормативов (максимально 28 баллов), баллов за освоение часов и обязательное выполнение заданий раздела самостоятельной работы (максимально 8 баллов). *Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

Элективные дисциплины по физической культуре и спорту

1 семестр

Месяц	Практические занятия		Самостоятельная работа	Текущий контроль	
	<i>Освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>Освоенные часы баллы</i>	<i>контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Сентябрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	10 часов	КН	5 баллов
Октябрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	10 часов	КН	10 баллов
Ноябрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	10 часов		

Декабрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	20 часов	КН	13 баллов
Всего в семестре	32 часа / 64 балла		50 часов/8 баллов	28 баллов	
ИТОГО	82 часа/ 100 баллов				

Элективные дисциплины по физической культуре и спорту

2, 3, 4 семестры

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Самостоятельная работа	Текущий контроль	
	<i>освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>освоенные часы баллы</i>	<i>контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Февраль	16 часов (8 занятий)	16 баллов	-	КН-1 КН-2	4 балла 4 балла
Март	16 часов (8 занятий)	16 баллов	6 часов	КН-3 КН-4 КН-5	4 балла 4 балла 4 балла
Апрель	16 часов (8 занятий)	16 баллов	6 часов		
Май	16 часов (8 занятий)	16 баллов	6 часов	КН-6 КН-7	8 баллов
Всего в семестре	64 часа /64 балла		18 часов/8 баллов	28 баллов	
ИТОГО	82 часа / 100 баллов				

8.1.1. Примерные практические тесты для текущего контроля освоения дисциплины (группа здоровья – основная, подготовительная)

Для текущего контроля предусмотрены практические контрольные тестовые упражнения в каждом семестре. Максимальная оценка за все контрольные тесты в каждом семестре составляет 28 баллов. Максимальная оценка за работу на практическом занятии в 1 семестре по 4 балла за каждое занятие, всего 64 балла. Максимальная оценка за работу на практическом занятии во 2, 3 и 4 семестре по 2 балла за каждое занятие, всего 64 балла. Максимальная оценка за выполнение заданий раздела самостоятельной работы в каждом учебном семестре, составляет 8 баллов максимально, при условии обязательного освоения всех часов, отведенных в учебном плане на данный раздел дисциплины.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Общая физическая подготовка (ОФП), осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Интервальный (челночный) бег 3х10 метров (сек)	7,9	8,7	9,1	10,0	7,4	7,9	8,4	9,0
2. Выпрыгивания вверх из упора присев за 20 сек. (кол-во раз).	16	14	12	10	18	16	14	12
3. Приседания за 40 сек. (кол-во раз).	35	33	30	27	40	37	34	30
4. Поднимание туловища из положения лежа на спине за 1 минуту (кол-во раз)	43	37	32	28	50	43	37	30
5. Сгибания разгибания рук от скамейки в упоре сидя спиной (кол-во раз)	20	15	12	10	35	30	25	20
6. Метание теннисного мяча на расстояние 15-20 м. Попадания в цель.	7	5	3	2	7	5	3	2
7. Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (оценивается глубина наклона, см)	+ 16	+ 10	+ 7	+ 4	+ 13	+ 8	+ 5	+ 1

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скандинавская ходьба осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Техника подъема в гору с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. Техника спуска с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. Техника преодоления естественных препятствий на дистанции 1 км			

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. Техника разворота на трассе			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. Приседания в сплит-позиции (кол-во раз) за 40 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40 раз и более	30 раз	20 раз	10 раз
6. Зашагивания на плиобокс 50 см (кол-во раз) за 30 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
25 раз и более	20 раз	15 раз	10 раз
7. Прохождение дистанции 3 км (мин, с)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
17:00 и менее	19:00 минут	20:00 минут	более 20:00

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Плавание осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

Для начинающих и групп оздоровительного плавания		
1.	Плавание кролем в полной координации	max = 4 балла
2.	Плавание кролем на спине в полной координации	max = 4 балла

30 минут безостановочного плавания

баллы	8	7	6	5	4	3
метраж	1500 м и больше	до 1500 м	до 1250 м	до 1000 м	до 750 м	до 500 м

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Осенний семестр

Первый год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.

2. Решение задач (выдает преподаватель). Одна задача на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балл.

Второй год обучения

- a. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 5 баллов.
- b. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Весенний семестр

Первый год обучения

- a. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 6 баллов.
- b. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Второй год обучения

- a. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 4 балла.
- b. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Дартс осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Упражнение на меткость (количество очков)	90	80	70	60
2. Упражнение по секторам (количество раз)	5	4	3	1
3. Упражнение сектор «удвоения» (количество попадания)	4	3	2	1
4. Упражнение сектор «утроения» (количество попадания)	4	3	2	1
5. Упражнение сектор «20» (количество попадания)	6	4	3	1
6. Упражнение сектор «булл» (количество попадания)	4	3	2	1
7. Упражнение «Большой раунд» (набор очков)	350	300	250	200

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Волейбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Осенний семестр
Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1. балл	Примечание
1.Чередование	20	15	10	Меньше 10	Упражнение выполняется

передач «сверху» и «снизу»					подряд над собой, оценивается техника передач
2. Верхняя прямая подача	10	8	6	Меньше 6	Подача выполняется прямой рукой, открытой ладонью, оценивается техника и попадание мяча в площадку

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	Примечание
1. «Удар – передача»	10	8	6	Ниже 6	Упражнение выполняется в паре, один партнер выполняет раз удар, раз передачу, а второй только принимает мяч снизу. Оценивается кол-во ударов подряд
2. Нападающий удар через сетку	10	8	6	Ниже 6	Удары выполняются с передачи тренера, оценивается правильность выполнения и попадание мяча в площадку

Весенний семестр
Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	2. балл	Примечание
1. Передачи «сверху» и «снизу» в паре	40	30	20	Ниже 20	Упражнение выполняется одним мячом. Один выполняет передачу «сверху», а другой «снизу», оценивается техника, количество передач на пару подряд
2.Прыжки через скакалку	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд, с двойным прокручиванием скакалки.

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	3. балл	Примечание
1. «Удар –прием – передача»	16	12	10	Ниже 10	Упражнение выполняется в паре, начинаем с удара на партнера тот выполняет прием удара. Партнер выполняющий удар делает

					передачу своему партнеру. Оценивается кол-во ударов подряд на пару.
2. Прыжки на скакалке	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд с двойным прокручиванием

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Баскетбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Первый год обучения

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
11	8	6	5 и менее	14	10	8	7 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
17 сек	18 сек	19 сек	20 и более	15 сек	16 сек	17 сек	18 сек и более

Второй год обучения

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
12	9	6	5 и менее	15	11	8	7 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
16 сек	18 сек	19 сек	20 и более	14 сек	16 сек	17 сек	18 сек и более

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Мини-футбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1 и менее	7	5	3	1 и менее
6. Выполнение приема подачи в переднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее
7. Выполнение приема смэша в заднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Мини-регби осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Девушки

Наименование	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Тест Купера (12 мин)	Более 2100м	2100м	2000м	Менее 2000м
Бег 60 м	9,6 с	10,0 с	10,5с	11,0с
Бег 30 м	4,8 с	5 с	5,1с	5,5 с
Бег 30 м с хода	4,2 с	4,5 с	4,7 с	4,9 с
Жим штанги лежа (мах вес в 3-х попытках)	40 кг	35 кг	32 кг	30 кг
Прыжок а длину с места, см	207 см	200 см	198 см	< 198 см
Отжимания от пола (кол-во раз за 40 сек)	25	20	17	15

Юноши

Наименование	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Кросс 3000 м	13,0 мин	13,2 мин	13,5 мин	14,0 мин
Бег 60 м	7,8 с	7,9 - 8,2 с	8,3-8,7 с	8,7 с
Бег 30 м	4,17 с	4,45 с	4,5- 4,9 с	Более 5,0 с
Жим штанги лежа на кол-во раз (вес 60 кг)	Более 15	15-12	11-8	Менее 8
Тяга бицепсами на кол-во раз (вес 35 кг)	Более 14	14-12	11-8	Менее 8
Прыжок а длину с места, см	240 см	235 см	230 см	210 см
Отжимания от пола (кол-во раз за 40 сек)	47	45	42	40

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Аэробика осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

1. Техника базовых шагов аэробики.

Базовые шаги аэробики		
№	Название базового движения аэробики	баллы
1	V-STEP (ШАГИ НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-шаговое движение.	1 балл
2	GRAPE VINE (СКРЕСТНЫЙ ШАГ В СТОРОНУ)-шаговое движение.	1 балл
3	JUMPING JACK (ПРЫЖОК НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-прыжковое движение.	1 балл
4	LANGE (ВЫПАД)-амплитудное движение выпада назад, в сторону, вперед.	1 балл
5	KNEE UP (ПОДЪЕМ КОЛЕНА)-согнутая в колене нога поднимается вперед по отношению к туловищу на угол 90 градусов.	1 балл
6	LIFT LEG SIDE (ПОДЪЕМ ПРЯМОЙ НОГИ В СТОРОНУ)-прыжковое движение.	1 балл
7	МАРШ (ПЕРЕМЕННЫЙ ШАГ) – на месте и с продвижением.	1 балл
8	БЕГ (ПЕРЕМЕННЫЙ БЕГ) – на месте и с продвижением	1 балл

2. Разучивание движений композиционной связки.

Композиционная связка		
Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
1 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
2 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
3 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
4 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях

3. Выполнение композиционной связки

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Техника исполнения движений,</i> тах 2 балла	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции.	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног.
<i>Последовательность движений,</i> тах 2 балла	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.

<i>Перемещение по площадке. Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции.	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
<i>Музыкальная интерпретация,</i> тах 2 балла	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции.
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

4. Методика составления композиционных связок.

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Базовые шаги и их соединения,</i> тах 2 балла	Использование и разнообразие базовых шагов аэробики, и их модификации. Соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов.	Технически правильное выполнение представленных шагов соединений (приложение 1)
<i>Движения руками,</i> тах 2 балла	Хореография и техника движений рук в композиции.	Необходимо показать работу во всех суставах. Сочетание движений рук и ног.
<i>Перестроения и рисунки,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства во время выполнения составленной композиции.	В композиции необходимо показать перестроения и рисунки, и при необходимости изменить любой рисунок или перестроение на требуемое количество счетов.
<i>Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Смена основного направления по заданию инструктора-преподавателя.	Выполнение композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
При выполнении композиции и при ее составлении на учебных занятиях оценивается работа каждого члена учебной группы. Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

5. Развитие физических качеств

№	Параметр оценки	Критерий оценки			
		1 год обучения		2 год обучения	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	10сек. (2балла)	менее (1балл)	20 сек. (2балла)	менее (1балл)
2	Координационный тест (координационная связка)	8х16 счетов (2балла)	Менее 16счетов (1балл)	8х36 счетов (2балла)	Менее 36счетов (1балл)
3	Сила (упражнение на пресс)	40 раз (2балла)	менее (1балл)	50 раз (2балла)	менее (1балл)

4	Кардиореспираторная выносливость (степ тест)	10 мин. (2балла)	менее (1балл)	12 мин. (2балла)	менее (1балл)

6. Конструирование и структурный анализ связок аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	С использованием базовых шагов аэробики составить рабочую связку в размере музыкального квадрата (8 x 4) = 32 счета. При составлении связки необходимо учесть: - максимальное разнообразие используемых шагов и соединительных движений; - соблюдение баланса смены ведущей ноги (чередование правой и левой ноги в каждом последующем движении связки); - соблюдение баланса высоко и низко-ударных движений (чередование шагов аэробики в режиме High impact и Low Impact); включение в связку простых и сложных соединений шагов аэробики	Пояснить составление связки пошагово, по счетам с указанием всех использованных шагов и ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке. (2 балла) Назвать все использованные шаги с указанием режима выполнения их в связке. (2 балла)
2	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики: - «Джек» (Jumping jack) – 1-й счет; «Ланч» (Lunge) – 1-й счет; - «Сайд» (Leg Side) – 1-й счет; - «Ви степ» (V-step) – 2-й счет; - «Кни ап» (Knee up) – 1-й счет; - «Грейп вайн» (Grape wine) – 2-й счет. Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики: (2 балла) Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор (2 балла)

7. Конструирование и структурный анализ связок степ-аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	Ознакомиться с видео и фотоматериалами, а также рекомендуемой литературой (в предоставленных к заданию). Составить и выполнить связку «степ-аэробики» представленной в видеофайле. Обозначение подходов к степу Приложение 1 Образец описания связки Приложение 2 Из предложенного фотоархива «Вариации рук» выбрать положения для 1-й, 2-й, 4-й восьмерки в связке «степ-аэробики». На каждую восьмерку выбрать 4 положения рук, указать шаг, на который происходит смена положений Для 3-й восьмерки в связке «степ-аэробики» разработать, и выполнить 4 положения для рук самостоятельно. Положения не должны повторять материалы фотоархива «Вариации рук».	Выполнение и пояснение составленной связки пошагово с указанием: - всех использованных шагов - подхода к степу - ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке Пояснение 4-х положений рук, разработанных самостоятельно для 3-й восьмерки связки и их выполнения (4 балла)
2	Провести структурный анализ представленной связки, степ-аэробики. По результатам проведенного анализа назвать и показать все	Пояснение с примерным показом структурированных по указанным классификациям

движения, используемые в связке. Указать количество высоко-ударных движений, указать количество низко-ударных движений, указать соотношение движений в связке, выполнение с правой и левой ноги, оригинальные с сокращенные варианты движений.	движений: - количество высоко-ударных - движений - количество низко-ударных движений - соотношение движений с правой и с левой лидирующей ноги правой / левой - количество движений оригинального выполнения - количество движений сокращенного выполнения. (4 балла)

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Атлетическая гимнастика осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Жим штанги лежа 40 % от собственного веса (кол-во раз)				Жим штанги лежа 60 % от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2	9	6	5 и менее	15	11	8	7 и менее
2. Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)				Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	5	20	15	10	5
3. Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)				Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
5	10	8	6	25	20	15	10
4. Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол- во раз)				Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	5	30	25	20	10

5. Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)				Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15	11	8	6	15	11	8	6
6. Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 5 кг), (кол-во раз)				Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 10 кг), (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	5	20	15	10	5
7. Подтягивание на низкой перекладине, (кол-во раз)				Подтягивание на высокой перекладине, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
13	10	9	7	13	10	9	7

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Функциональное многоборье осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

Осенний семестр

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Вис на перекладине на двух руках (сек)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
40 сек и более	<40сек	40 сек и более	<40 сек
2. Рывок гантели с виса (кол-во раз)			
4 балла	2балла	4 балла	2 балла
15 раз и более, 6 кг	<15 раз, 6 кг	20 раз и более, 10 кг	<20 раз, 10 кг
3. Бег по пересеченной местности, 1 миля (1600 метров)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
<12 минут	12 минут и более	<10 минут	10 минут и более
4. Подъем по канату с использованием ног (кол-во раз)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
1 раз и больше	0 раз	2 раза и больше	0 раз
5. Поднос коленей к локтям (кол-во раз)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
8 раз и больше	<8 раз	8 раз и больше	<8 раз

6. Берпи (кол-во раз) за 1 минуту			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
20 раз и более	<20 раз	22 раз и более	<22 раз
7. Стойка на руках с опорой о стену (сек)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
30 сек и более	<30сек	30 сек и более	<30 сек

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Самбо, дзюдо осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Осенний семестр

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере. Удержания»			
а) Удержание сбоку			
б) Удержание поперек			
с) Удержание сверху			
д) Удержание со стороны головы			
е) Удержание со стороны ног			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в партере. Позиции в партере»			
а) Высокий партер			
б) Средний партер			
с) Глухой партер			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. «Борьба в партере. Болевые приемы. Рычаги»			
а. Рычаг локтя из удержания сбоку			
б. Рычаг локтя из удержания поперек			
с. Рычаг локтя с захватом руки соперника между ног			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. «Борьба в партере. Болевые приемы. Узлы»			
а. Узел плеча прямой из удержания поперек			
б. Узел плеча обратный из удержания поперек			
с. Узел плеча прямой из удержания сбоку			
д. Узел плеча обратный из удержания сбоку			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. «Борьба в партере. Перевороты»			
а) Переворот из среднего партера с захватом дальней руки соперника на удержание поперек			

b) Переворот соперника из глухого партера с переходом на удержание со стороны головы			
c) Переворот соперника при движении в партере назад с переходом на удержание сверху			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
6. «Борьба в стойке. Захваты»			
a) Захват (за рукава выше и ниже локтя, за отворот на уровне шеи, плеч, груди и живота, за пояс сбоку, спереди и сзади, за куртку на спине сверху и из-под руки)			
b) Обхват одной или двумя руками (за туловище сверху и из-под руки, двух рук из-под рук и поверх рук, обхват одной или двух ног на уровне бедер, коленей, голеней)			
c) Хват (за бедро, за подколенный сгиб, за голень, за пятку)			
d) Прихват (за руку, предплечьем на плече, предплечьем под плечо, предплечьем за шею, за туловище сверху из-под руки)			
e) Упор в плечевой пояс, в туловище, в ногу (ладонью, предплечьем, плечом, головой)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. «Борьба в стойке. Самостраховка»			
a) Самостраховка при падении вперед			
b) Самостраховка при падении назад			
c) Самостраховка при падении на бок			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Окинава карате кемпо осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ и ЮНОШИ			
1. Стойка «Найханчи дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
2. Стойка «Сэйсан дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
3. Стойка «Найханчи дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок

4. Стойка «Сэйсан дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
5. Ката «Найханчи Шодан» (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
6. Ката «Сэйсан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
7. Ката «Пинан Шодан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Легкая атлетика ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Бег 60 метров (сек.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
8,6	9,1	9,4	9,6	7,6	8,0	8,2	8,4
2. Бег 100 метров (сек.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
				12,0	12,8	13,3	13,7
3. Прыжок в длину с места (см.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
195	180	170	169	250	240	230	215

4. Прыжок в длину с разбега (см.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
510	470	450	430	600	550	520	500

5. Бег 400 метров (мин.) Круг 200 м.							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

1,07	1,12	1,15	1,18	56,4 сек.	1,00	1,03	1,05

6. Бег 800 м (мин.) Круг 400 м.							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2,36	2,48	2,56	3,01	2,10	2,20	2,25	2,31

7. Кросс 3 км (мин.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
11.52	12.56	13.30	14.00	9,50	10,25	10,40	11,10

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скандинавская ходьба ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Техника подъема в гору с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. Техника спуска с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. Техника преодоления естественных препятствий на дистанции 1 км			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. Техника разворота на трассе			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. Приседания в сплит-позиции (кол-во раз) за 40 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
50 раз и более	40 раз	30 раз	20 раз
6. Зашагивания на плиобокс 50 см (кол-во раз) за 30 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
30 раз и более	25 раз	20 раз	15 раз

7. Прохождение дистанции 5 км (мин, с)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
50:00 и менее	55:00 минут	60:00 минут	более 60:00

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скалолазание ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ			ЮНОШИ		
1. Подтягивания из виса на выступах до 25 мм, с использованием 2-х пальцев на каждой руке, количество раз					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
6	4	менее 4	10	6	менее 6
2. Поднос прямых ног к зацепам (перекладине), положение вис на зацепах (или высокой перекладине), (раз)					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
15	10	менее 10	20	15	менее 15

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Спортивный туризм ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ			ЮНОШИ		
1. Вязание узлов на скорость.					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
<10 сек.	15 сек.	20 сек.	<10 сек.	15 сек.	20 сек.
2. Бег по пересечённой местности 5 км					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
<28 мин.	28 мин.	финиш	<25 мин.	25 мин.	финиш
3. Вис на высокой перекладине					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
55	45	35	55	45	35

4. Закидывание ног на верёвку (вертикальную перекладину) из положения вис (пресс).					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	20	15	10
5. Жумаринг по вертикальной веревке					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
40	60	90	40	60	90
6. Бухтовка веревки 30м					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
<15 сек.	25 сек.	40 сек.	<15 сек.	25 сек.	40 сек.
7. Техника лазания (преодоление скалолазного участка).					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
100%	70%	50%	100%	70%	50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Лыжные гонки ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

Осенний семестр

	46	36	26	16
	Женщины			
Кросс 3000 м	14 мин 30 сек	15 мин 00 сек	15 мин 30 сек	16 мин 00 сек
Отжимание за 30 сек	20 раз	18 раз	16 раз	15 раз и менее
Тройной прыжок	4,40	4,00	3,50	3,20
Бег 100 м	16,2	16,8	17,0	17,5
Пресс	55	50	47	40
Приседание на одной ноге(«пистолет»)+ количество раз на обеих ногах(без учета времени)	20	18	15	12
Выпрыгивание вверх из приседа (количество раз)	22	18	15	12
	Мужчины			
Кросс 5000м	19 мин 00 сек	19 мин 40 сек	20 мин 20 сек	21 мин 00 сек

Отжимание за 30 сек	30 раз	27 раз	25 раз	22 раза и менее
Тройной прыжок	5,80	5,50	5,00	4,70
Бег 100 м	13,5	13,8	14,1	14,5
Пресс	55	50	47	40
Приседание на одной ноге(«пистолет»)+ количество раз на обеих ногах(без учета времени)	30	25	23	20
Выпрыгивание вверх из приседа (количество раз)	35	30	26	20

Весенний семестр

№/ п	Женщины / Мужчины	
1	Передвижение на лыжах по кругу свободным и классическим стилем в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
2	Преодоление подъемов и спусков в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
3	Передвижение на лыжах по кругу одновременным бесшажным классическим ходом в течение 15 минут	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
4	Передвижение на лыжах по кругу одновременным одношажным классическим ходом в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
5	Передвижение на лыжах одновременным двухшажным классическим ходом в течение 15 минут	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
6	Передвижение на лыжах по кругу полуконьковым ходом в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
7	Передвижение на лыжах по кругу одновременным одношажным коньковым ходом в течение 15 минут	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Горнолыжный спорт ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ
1. Прыжок в высоту с места. Проба по Абалакову.	
2 балла	1 балл
>70см	<90см
2. Отжимания.	
2 балла	1 балла
>20раз.	<25раз.

3. Подтягивание в висе на перекладине.			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
>20раз.	10-15раз.	5-8раз.	<5раз.
4. Подъем туловища лежа на спине «складка».			
3	2	2	1
>35 раз.	20-25 раз.	20-25 раз.	<25раз.
5. Челночный бег 3x10 м.			
2		1	
>20сек		<20сек.	

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Плавание ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

*Осенний семестр
Короткая вода*

№	Норматив: Занятые места	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов
3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

*Весенний семестр
Длинная вода*

№	Норматив: Занятые места	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов
3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Кендо ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ
6. Рэй, 1 раз	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>70%	50-70%
2. Оки-мэн с проходом, 3 раза	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>60%	<60%
3. Оки-котэ с проходом, 3 раза	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>60%	<60%
4. Кирикаэси, 1 раз	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>50%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная, специальная медицинская

Осенний семестр

Первый год обучения

- 4. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 7 баллов.
- 5. Решение задач (выдает преподаватель). Шесть задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 3 балла.

Второй год обучения

- c. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 5 баллов.
- d. Решение задач (выдает преподаватель). Десять задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 5 баллов.

Весенний семестр

Первый год обучения

- c. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 6 баллов.
- d. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Второй год обучения

- c. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 4 балла.
- d. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Волейбол ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
8 раз и более	<8 раз	10 раз и более	<10 раз
2. Подача			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
8 раз и более	<8 раз	10 раз и более,	<10 раз,
3. Прыжки на скакалке			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
50 раз и больше	<50 раз	50 раз и больше	<50 раз
4. Челночный бег «елочка»			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
22 сек и быстрее	>22сек	20 сек и быстрее	>20 сек

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Баскетбол ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
14	9	6	5 и менее	18	11	7	6 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15 сек	17 сек	18 сек	20 и более	12 сек	15 сек	16 сек	17 сек и более

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Мини-футбол ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

1. Набивание «чеканки» (количество раз)	20	17	14	11
2. «Удар по пустым воротам с центра поля, верхом» 5 ударов (количество раз)	4	3	2	1
3. Ведение мяча (в секундах)	12,5	13,0	13,5	14,00
4. Бег 10 м с высокого старта (сек.)	2,1	2,3	2,7	3,0
5. Челночный бег, 3x10 м (сек.)	7,4	7,9	8,4	9,0
6. Прыжок в длину с места (см)	240	230	220	210
7. Передача мяча в «коридор» (10 попыток) (количество попадания в «коридор»)	7	5	3	2

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бадминтон ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Набивание (жонглирование) волана, кол-во раз							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40	35	30	20 и менее	40	35	30	20 и менее
2. Выполнение высоко-далекой подачи на заднюю линию площадки, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Фитнес-аэробика ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

1. Развитие физических качеств

№	Норматив	Система оценки			
		ПО		ОС	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	15сек. (26)	менее (16)	20 сек. (26)	менее (16)
2	Координационный тест (аэробная связка)	8x16 (26)	менее (16)	8x36 (26)	менее (16)
3	Сила (упражнение на пресс)	50 раз (26)	менее (16)	70 раз (26)	менее (16)

Критерии оценки координационного теста.

Составляющие	Параметр оценки	Критерий оценки

Техника исполнения движений,	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции.	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног.
Последовательность движений	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.
Перемещение по площадке. Смена основного направления,	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции.	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
Музыкальная интерпретация,	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции.
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями к базовым шагам аэробики под музыкальное сопровождение.		

2. Знание правил соревнований вида спорта «Фитнес-аэробика» в соответствии с учетом основных требований Правил соревнований Международной Федерации Спорта, Аэробики и Фитнеса (FISAF International), действующих на территории Российской Федерации на текущий год.

№	Норматив	Система оценки	
		ПО	ОС
1	Участие в подготовке, судействе и обслуживании соревнований по фитнес-аэробике в качестве волонтеров	26	-
2	В качестве судей в составе судейской бригады (при условии прохождения судейского семинара и успешной аттестации)	-	26

3. Участие в соревнованиях по фитнес-аэробике других и спортивных мероприятиях

№	Норматив	Выполнение	
1	Участие в показательных выступлениях в программе мероприятий ведомственного и муниципального уровня.	ПО	обязательно
2	Участие в показательных выступлениях в программе мероприятий регионального уровня.	ПО	обязательно
2	Участие в соревнованиях по программе МССИ	ОС	обязательно
		ПО	по уровню готовности
3	Участие в Чемпионатах и кубках г. Москвы	ОС	обязательно

	(других соревнованиях федерального округа г. Москва)	ПО	по уровню готовности
4	Участие во всероссийских соревнованиях и турнирах	По уровню готовности на период проведения	

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Функциональное многоборье ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Вис в блоке на перекладине на двух руках (сек)			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
15 сек и более	<15 сек	30 сек и более	<30 сек
2. Рывок гири (кол-во раз)			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
16 раз и более, 10 кг	<16 раз, 10 кг	20 раз и более, 16 кг	<20 раз, 16 кг
3. Бег по пересеченной местности, 5000 метров			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
<35 минут	35 минут и более	<30 минут	30 минут и более
4. Подъем по канату (кол-во раз)			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
5 раз и больше, с использованием различных техник	<5 раз, с использованием различных техник	3 раз и больше, без использования ног	<3 раз, без использования ног
5. Поднос ног к перекладине в висе на перекладине (кол-во раз)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
8 раз и больше	<8 раз	8 раз и больше	<8 раз
6. Берпи (кол-во раз) за 1 минуту			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
22 раз и более	<22 раз	25 раз и более	<25 раз
7. Отжимания в стойке на руках с опорой о стену (сек)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
3 раза и более	<3 раз	5 раз и более	<5 раз

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Самбо, дзюдо ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере. Удержания», время выполнения 40 секунд			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в партере. Индивидуальная техника»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. «Борьба в партере. Болевые приемы в самбо»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. «Борьба в партере. Удушающие приемы в дзюдо»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. «Борьба в стойке. Индивидуальная техника»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
6. «Борьба в стойке. Работа на захваты, выведения из равновесия», время выполнения 2 минуты			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. «Акробатика»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бокс ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Прыжки на скакалке (мин)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 минут	8 минут	6 минут	4 минуты
2. Повороты в положении седа под углом с медицинболом (6 кг девушки, 10 кг юноши) (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
16 раз и более	14 раз	12 раз	10 раза
3. Отжимания на кулаках (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

20 раз	15 раз	12 раз	10 раз
4. Скоростно-силовая работа на мешках (сек)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
60 сек	40 сек	30 сек	<30 сек
5. Удержание на прямых руках в статике отягощения 1 кг (сек)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
90 сек	60 сек	40 сек	<30 сек
6. Спарринг с партнёром своего уровня обучения (кол-во пропущенных ударов)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. Берпи с выходом на одну руку (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20 раз	15 раз	12 раз	10 раз

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Панкратион ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере. Позиционная борьба»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в партере. Закрытый гард»			
а) Защита в гарде			
б) Проход закрытого гарда. Варианты			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. «Ударная техника. Ударная комбинация»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. «Борьба в партере. Болевые приемы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. «Борьба в партере. Удушающие приемы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
6. «Спарринг»			

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бразильское джиу-джитсу, бжж ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
8. «Борьба в партере. Открытый гард, частные случаи»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
9. «Борьба в партере. Халф-гард»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
10. «Сабмишены из открытого и закрытого гарда»			
а) Болевой прием на выбор из изученных			
б) Удушающий прием на выбор из изученных			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
>85%	70-85%	50-70%	<50%
11. «Борьба в партере. Свипы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
12. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
13. «Позиционная борьба». Удержание позиции 30 секунд с последующим выходом на сабмишн			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
14. «Дриллы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Окинава карате кемпо ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ и ЮНОШИ			
1. Ката «Найханчи Шодан» (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
2. Ката «Сэйсан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
3. Ката «Пинан Шодан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
4. Ката «Пинан Нидан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
5. Броски на близкой дистанции			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
6. Броски на средней дистанции			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
7. Кумитэ (свободный спарринг)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бильярд ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ЮНОШИ				ДЕВУШКИ			
1. Резка в угловую лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3 балла	2 балла	1балл

5	4	3	1	5	4	3	1
2. Резка в центральную лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1	7	5	3	1

8.1.2. Примерные практические тесты для текущего контроля освоения дисциплины (группа здоровья – специальная медицинская)

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Адаптивная физическая культура (АФК), осенний, весенний семестр)

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Адаптивная физическая культура (АФК), осенний, весенний семестр)

Группа здоровья - специальная медицинская

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Наклон вперед из положения сидя на полу с прямыми ногами (см.)	+ 10	+ 8	+ 6	+ 4	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1
2. Бросок и ловля теннисного мяча одной рукой из-за спины (количество раз)	10	7	5	3	7	5	3	2
3. Облегченная книжка складка	15	13	10	8	15	13	10	8
4 Сгибание и разгибание рук в упоре на стоя на коленях (кол-во раз)	15	12	10	7	25	20	15	10

5.Сгибания разгибания рук от скамейки в упоре сидя спиной (кол-во раз)	20	15	12	10	25	20	17	15
6. Приседания за 40 сек. (кол-во раз).	30	27	25	20	35	32	30	25
7.Бег 12 минут в равномерном темпе (техника, время)	12	10	8	7	12	10	8	7

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скандинавская ходьба осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Техника подъема в гору с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. Техника спуска с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. Техника преодоления естественных препятствий на дистанции 1 км			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. Техника разворота на трассе			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. Приседания в сплит-позиции (кол-во раз) за 40 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40 раз и более	30 раз	20 раз	10 раз
6. Зашагивания на плиобокс 50 см (кол-во раз) за 30 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
25 раз и более	20 раз	15 раз	10 раз
7. Прохождение дистанции 3 км (мин, с)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

17:00 и менее	19:00 минут	20:00 минут	более 20:00

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Плавание осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Для начинающих и групп оздоровительного плавания

1.	Плавание кролем в полной координации	max = 4 балла
2.	Плавание кролем на спине в полной координации	max = 4 балла

30 минут безостановочного плавания

баллы	8	7	6	5	4	3
метраж	1500 м И больше	до 1500 м	до 1250 м	до 1000 м	до 750 м	до 500 м

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы осенний, весенний семестры)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Осенний семестр

Первый год обучения

- 6. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.
- 7. Решение задач (выдает преподаватель). Одна задача на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балл.

Второй год обучения

- e. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 5 баллов.
- f. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

Весенний семестр

Первый год обучения

- e. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 6 баллов.
- f. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

Второй год обучения

- e. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 4 балла.
- f. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Дартс осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

1. Упражнение на меткость (количество очков)	90	80	70	60
2. Упражнение по секторам (количество раз)	5	4	3	1
3. Упражнение сектор «удвоения» (количество попадания)	4	3	2	1
4. Упражнение сектор «утроения» (количество попадания)	4	3	2	1
5. Упражнение сектор «20» (количество попадания)	6	4	3	1
6. Упражнение сектор «булл» (количество попадания)	4	3	2	1
7. Упражнение «Большой раунд» (набор очков)	350	300	250	200

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Волейбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Осенний семестр

Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	2. балл	Примечание
1. Чередование передач «сверху» и «снизу»	20	15	10	Меньше 10	Упражнение выполняется подряд над собой, оценивается техника передач
2. Верхняя прямая подача	10	8	6	Меньше 6	Подача выполняется прямой рукой, открытой ладонью, оценивается техника и попадание мяча в площадку

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	Примечание
1. «Удар – передача»	10	8	6	Ниже 6	Упражнение выполняется в паре, один партнер выполняет раз удар, раз передачу, а второй только принимает мяч снизу. Оценивается кол-во ударов подряд
2. Нападающий удар через сетку	10	8	6	Ниже 6	Удары выполняются с передачи тренера, оценивается правильность выполнения и попадание мяча в площадку

Весенний семестр

Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	3. балл	Примечание
1. Передачи «сверху» и «снизу» в паре	40	30	20	Ниже 20	Упражнение выполняется одним мячом. Один выполняет передачу «сверху», а другой «снизу», оценивается техника, количество передач на пару подряд
2.Прыжки через скакалку	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд, с двойным прокручиванием скакалки.

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	8. балл	Примечание
1. «Удар –прием – передача»	16	12	10	Ниже 10	Упражнение выполняется в паре, начинаем с удара на партнера тот выполняет прием удара. Партнер выполняющий удар делает передачу своему партнеру. Оценивается кол-во ударов подряд на пару.
2. Прыжки на скакалке	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд с двойным прокручиванием

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бадминтон осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
2. Набивание (жонглирование) волана, кол-во раз							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40	35	30	20 и менее	40	35	30	20 и менее
2. Выполнение короткой подачи на заднюю линию площадки, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее
3. Выполнение короткой подачи в мишень, кол-во попаданий							

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее
4. Выполнение укороченного удара, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее
5. Выполнение удара смэш, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1 и менее	7	5	3	1 и менее
6. Выполнение приема подачи в переднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее
7. Выполнение приема смэша в заднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Аэробика осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

1. Техника базовых шагов аэробики.

Базовые шаги аэробики		
№	Название базового движения аэробики	баллы
1	V-STEP (ШАГИ НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-шаговое движение.	1 балл
2	GRAPE VINE (СКРЕСТНЫЙ ШАГ В СТОРОНУ)-шаговое движение.	1 балл
3	JUMPING JACK (ПРЫЖОК НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-прыжковое движение.	1 балл
4	LANGE (ВЫПАД)-амплитудное движение выпада назад, в сторону, вперед.	1 балл
5	KNEE UP (ПОДЪЕМ КОЛЕНА)-согнутая в колене нога поднимается вперед по отношению к туловищу на угол 90 градусов.	1 балл
6	LIFT LEG SIDE (ПОДЪЕМ ПРЯМОЙ НОГИ В СТОРОНУ)-прыжковое движение.	1 балл
7	МАРШ (ПЕРЕМЕННЫЙ ШАГ) – на месте и с продвижением.	1 балл
8	БЕГ (ПЕРЕМЕННЫЙ БЕГ) – на месте и с продвижением	1 балл

2. Разучивание движений композиционной связки.

Композиционная связка		
Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
1 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
2 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
3 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
4 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях

3. Выполнение композиционной связки

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Техника исполнения движений,</i> тах 2 балла	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции.	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног.
<i>Последовательность движений,</i> тах 2 балла	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.
<i>Перемещение по площадке. Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции.	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
<i>Музыкальная интерпретация,</i> тах 2 балла	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции.
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

4. Методика составления композиционных связок.

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Базовые шаги и их соединения,</i> тах 2 балла	Использование и разнообразие базовых шагов аэробики, и их модификации. Соединения одного шага с другим на необходимое количество	Технически правильное выполнение представленных шагов соединений (приложение 1)

	счетов.	
Движения руками, тах 2 балла	Хореография и техника движений рук в композиции.	Необходимо показать работу во всех суставах. Сочетание движений рук и ног.
Перестроения и рисунки, тах 2 балла	Использование заданного пространства во время выполнения составленной композиции.	В композиции необходимо показать перестроения и рисунки, и при необходимости изменить любой рисунок или перестроение на требуемое количество счетов.
Смена основного направления, тах 2 балла	Смена основного направления по заданию инструктора-преподавателя.	Выполнение композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
При выполнении композиции и при ее составлении на учебных занятиях оценивается работа каждого члена учебной группы. Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

5. Развитие физических качеств

№	Параметр оценки	Критерий оценки			
		1 год обучения		2 год обучения	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	10сек. (2балла)	менее (1балл)	20 сек. (2балла)	менее (1балл)
2	Координационный тест (координационная связка)	8х16 счетов (2балла)	Менее 16счетов (1балл)	8х36 счетов (2балла)	Менее 36счетов (1балл)
3	Сила (упражнение на пресс)	40 раз (2балла)	менее (1балл)	50 раз (2балла)	менее (1балл)
4	Кардиореспираторная выносливость (степ тест)	10 мин. (2балла)	менее (1балл)	12 мин. (2балла)	менее (1балл)

6. Конструирование и структурный анализ связок аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	С использованием базовых шагов аэробики составить рабочую связку в размере музыкального квадрата (8 х 4) = 32 счета. При составлении связки необходимо учесть: - максимальное разнообразие используемых шагов и соединительных движений; - соблюдение баланса смены ведущей ноги (чередование правой и левой ноги в каждом последующем движении связки); - соблюдение баланса высоко и низко-ударных движений (чередование шагов аэробики в режиме High impact и Low Impact); включение в связку простых и сложных соединений шагов аэробики	Пояснить составление связки пошагово, по счетам с указанием всех использованных шагов и ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке. (2 балла) Назвать все использованные шаги с указанием режима выполнения их в связке. (2 балла)
2	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики: - «Джек» (Jumping jack) – 1-й счет;	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики:

«Ланч» (Lunge) – 1-й счет; - «Сайд» (Leg Side) – 1-й счет; - «Ви степ» (V-step) – 2-й счет; - «Кни ап» (Knee up) – 1-й счет; - «Грейп вайн» (Grape wine) – 2-й счет. Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор	(2 балла) Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор (2 балла)

7. Конструирование и структурный анализ связок степ-аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	Ознакомиться с видео и фотоматериалами, а также рекомендуемой литературой (в предоставленных к заданию). Составить и выполнить связку «степ-аэробики» представленной в видеофайле. Обозначение подходов к степу Приложение 1 Образец описания связки Приложение 2 Из предложенного фотоархива «Вариации рук» выбрать положения для 1-й, 2-й, 4-й восьмерки в связке «степ-аэробики». На каждую восьмерку выбрать 4 положения рук, указать шаг, на который происходит смена положений Для 3-й восьмерки в связке «степ-аэробики» разработать, и выполнить 4 положения для рук самостоятельно. Положения не должны повторять материалы фотоархива «Вариации рук».	Выполнение и пояснение составленной связки пошагово с указанием: - всех использованных шагов - подхода к степу - ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке Пояснение 4-х положений рук, разработанных самостоятельно для 3-й восьмерки связки и их выполнения (4 балла)
2	Провести структурный анализ представленной связки, степ-аэробики. По результатам проведенного анализа назвать и показать все движения, используемые в связке. Указать количество высоко-ударных движений, указать количество низко-ударных движений, указать соотношение движений в связке, выполнение с правой и левой ноги, оригинальные с сокращенные варианты движений.	Пояснение с примерным показом структурированных по указанным классификациям движений: - количество высоко-ударных - движений - количество низко-ударных движений - соотношение движений с правой и с левой лидирующей ноги правой / левой - количество движений оригинального выполнения - количество движений сокращенного выполнения. (4 балла)

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Атлетическая гимнастика осенний, весенний семестр)

Группа здоровья – специальная медицинская

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ

8. Жим штанги лежа 40 % от собственного веса (кол-во раз)				Жим штанги лежа 60 % от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
12	9	6	5 и менее	15	11	8	7 и менее
9. Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)				Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	5	20	15	10	5
10. Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)				Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15	10	8	6	25	20	15	10
11. Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол-во раз)				Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	5	30	25	20	10
12. Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)				Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15	11	8	6	15	11	8	6
13. Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 5 кг), (кол-во раз)				Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 10 кг), (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15	11	8	6	20	15	10	5
14. Подтягивание на низкой перекладине, (кол-во раз)				Подтягивание на высокой перекладине, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
13	10	9	7	13	10	9	7

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Окинава карате кемпо осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

ДЕВУШКИ и ЮНОШИ			
1. Стойка «Найханчи дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
2. Стойка «Сэйсан дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
3. Стойка «Найханчи дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
4. Стойка «Сэйсан дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
5. Ката «Найханчи Шодан» (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
6. Ката «Сэйсан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
7. Ката «Пинан Шодан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

Осенний семестр

Первый год обучения

9. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.

10. Решение задач (выдает преподаватель). Шесть задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 3 балла.

Второй год обучения

g. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 5 баллов.

h. Решение задач (выдает преподаватель). Десять задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 5 баллов.

Весенний семестр

Первый год обучения

g. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 6 баллов.

h. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Второй год обучения

g. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 4 балла.

h. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Бильярд ГСС, осенний, весенний семестр) Группа здоровья – специальная медицинская

ЮНОШИ				ДЕВУШКИ			
15. Резка в угловую лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3 балла	2 балла	1балл
5	4	3	1	5	4	3	1
16. Резка в центральную лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1	7	5	3	1

8.2. Примерные задания для освоения часов самостоятельной работы

1 семестр – «Измерение ЧСС при занятиях физической культурой».

Для определения ЧСС покоя, необходимо произвести ее самостоятельное измерение в течение нескольких дней, а затем найти среднее арифметическое значение по формуле:

$$\text{ЧСС покоя (среднее)} = \frac{\text{ЧСС 1} + \text{ЧСС 2} + \text{ЧСС 3} + \text{ЧСС 4} + \text{ЧСС 5}}{\text{количество измерений (5)}}$$

Максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС макс) – это максимальное количество сокращений, которое сердце может совершить в течение 1 мин.

Максимальную ЧСС можно определить по следующим формулам:

1) Простая формула: ЧСС тах = 220 - «возраст»

2) Уточненная формула:

- мужчинам: ЧСС тах = 210 - «возраст» - (0,11 х персональный вес в кг) + 4

- женщинам: ЧСС тах = 210 - «возраст» - (0,11 х персональный вес в кг)

3) Наименее ошибочной (оптимальной) формулой для определения максимально

допустимой частоты сердечных сокращений на сегодняшний день признана следующая:
 $ЧСС_{max} = 205,8 - (0,685 * \text{«возраст»})$

Чаще всего исследуют пульс на лучевой артерии, которая расположена поверхностно под фасцией и кожей между шиловидным отростком лучевой кости и сухожилием внутренней лучевой мышцы. Для этого используют средний, указательный и безымянный пальцы

Для дальнейших расчетов занести в таблицу данные:

ФИО студента полностью _____ Учебная группа _____ Проверил (ФИО преподавателя) _____ Расчеты показателей ЧСС		
ВОЗРАСТ (полных лет)		ВЕС (кг)
ЧСС покоя		
1	ЧСС 1	
2	ЧСС 2	
3	ЧСС 3	
4	ЧСС покоя (среднее)	
Максимальная ЧСС		
5	Простая формула	$ЧСС_{max} = 220 - \text{«возраст»}$
6	Уточненная формула (муж/жен)	- <i>мужчинам</i> : $ЧСС_{max} = 210 - \text{«возраст»} - (0,11 \times \text{персональный вес в кг}) + 4$ - <i>женщинам</i> : $ЧСС_{max} = 210 - \text{«возраст»} - (0,11 \times \text{персональный вес в кг})$
7	Оптимальная формула	$ЧСС_{max} = 205,8 - (0,685 * \text{«возраст»})$

2, 3, 4 семестр – «Составление примерного комплекса упражнений».

Выполнение самостоятельных практических работ по составлению примерных комплексов упражнений содержит три основных раздела:

1. Введение (функциональная направленность комплекса, особенности).
2. Основная часть: непосредственное описание самого комплекса примерных упражнений, их дозировка, количество рекомендуемых повторений, методические указания к техническому выполнению, указать основные возможные ошибки при выполнении упражнений.

Каждое упражнение описывается:

И.П. (исходное положение).

Фаза начала выполнения движений.

Фаза завершения выполнения движений.

Вернуться в И.П.

Все описания даются подробно.

Разработка примерного комплекса упражнений по следующим направлениям:

2 семестр – «Составление комплекса утренней гигиенической гимнастики»

Комплекс утренней гигиенической гимнастики состоит из 8–10 общеразвивающих несложных (для облегченного запоминания и выполнения в автоматическом режиме) упражнений, в комплекс входят упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость, дыхательные и (обязательно) упражнения на осанку (потягивание, равновесия и др.). Последовательность выполнения упражнений – сверху – вниз; сначала мелкие группы мышц, затем – крупные.

Для гармонического развития мышечных групп необходимо строго следить за равнозначностью выполнения упражнений (количество выполненных упражнений одной стороной тела, рукой, ногой должно строго соответствовать выполнению другой). С целью эффективного контроля за качеством желательно выполнять упражнения перед зеркалом. Не рекомендуется включать в комплексы утренней гигиенической гимнастики упражнения длительного статического характера, с задержкой дыхания, на выносливость (например, длительный бег, что может вызвать утомление).

Упражнения подбираются с таким расчетом, чтобы ускорить и активизировать деятельность органов и систем, играющих ведущую роль учебной деятельности студента.

3 семестр – «Составление комплекса упражнений для развития заданной группы мышц».

Комплекс упражнений содержит 10-15 упражнений на определенные в тематике мышечные группы. Упражнения подбираются таким образом, чтобы их выполнение было доступно для самостоятельных тренировочных занятий, при этом упражнения должны отвечать требованию эффективного воздействия на указанную в задании группу мышц. Допускается включение упражнений с использованием спортивного инвентаря.

4 семестр – «Составление комплекса упражнений производственной гимнастики».

Группы профессий, распределенные по производственным факторам, с учетом которых студенту необходимо составить комплекс производственной гимнастики, представлены на рисунке 1.

Отчеты о выполнении заданий самостоятельной работы предоставляются студентами на зачетной неделе ведущим преподавателям элективных дисциплин по виду спорта.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

8.4. Структура и примеры билетов для итогового контроля

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. **Головина В. А.** Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Самбо. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. Д. Щербинина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 80 с.
3. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Бальные танцы: Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Р. В. Якушин. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 72 с.
4. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Оздоровительная аэробика. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, О. В. Носик, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 85 с.
5. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Атлетическая гимнастика. Зал КСК «Тушино». Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, С. А. Ушаков, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 116 с.

Б. Дополнительная литература

1. **Носик, О. В.** Классическая аэробика. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, В. А. Головина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 24 с.
2. **Липченко, Ю. П.** Методические рекомендации по обучению плаванию студентов с высокой степенью водобоязни и психогенной напряженностью. Учебно-методическое пособие / Ю. П. Липченко, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 16 с.
3. **Рощина, М. Б.** Построение процесса тренировки квалифицированных пловцов – студентов учебных заведений / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 36 с.
5. **Носик, О. В.** Основы степ-аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 40 с.
4. **Носик, О. В.** Средства и методы развития гибкости в учебных программах по оздоровительной аэробике. Учебно-методическое пособие / сост. О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 20 с.
5. **Носик, О. В.** Теория и методика силовой аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. В. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
6. **Носик, О. В.** Теория и методика танцевальной аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
7. **Головина, В. В.** Аэробика и активный отдых. Часть 1 (TRX). Учебно-методическое пособие / В. В. Головина, О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
8. **Рощина, М. Б.** Самостоятельные занятия физической культурой для студентов старших курсов (учебно-методическое пособие) / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.
9. **Якушин, Р. В.** Самба. Адаптированный курс для студентов непрофильных специальностей / Р. В. Якушин, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Научные и публицистические журналы:

- Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195,
- Адаптивная физическая культура. ISSN 1998-149X,
- Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. ISSN
- Теория и практика физической культуры (англ). ISSN 2409-4234
- Теория и практика физической культуры (рус). ISSN 0040-3601
- Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. ISSN 2305-8404
- Культура физическая и здоровье. ISSN 1999-3455
- «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547
- «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 30.07.2025)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<http://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2022 – 2025 гг., 2023-2026 гг., (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708210001>

Приложение № 4 к Порядку проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних, утвержденному приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 августа 2017 г. № 514 н «Медицинское заключение о принадлежности несовершеннолетнего к медицинской группе для занятий физической культурой» [Электронный ресурс]

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк контрольных упражнений (тестов) для текущего контроля освоения дисциплины (общее число – 40);
- банк контрольных заданий для освоения часов самостоятельной работы для текущего контроля освоения дисциплины (общее число – 10);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»* проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- для теоретического раздела: рабочим учебным планом дисциплины не предусмотрен;
- для практического раздела:
- спортивные залы и раздевалки;
- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;

- инвентарь по различным видам спорта (волейбольные, баскетбольные, футбольные мячи, мячи для игры в регби, теннисные и бадминтонные ракетки, теннисные шарики и мячи для игры в теннис, сетки для игры в волейбол, бадминтон, теннис, настольный теннис, тренажерные устройства, гантельная горка, степ-платформы, мячи-фитболы и др.);
- столы для настольного тенниса;
- для контрольного раздела (подготовка и выполнение контрольных упражнений, тестов):
- измерительные линейки;
- коврики туристические;
- гимнастические скамейки;
- мячи теннисные;
- секундомеры;
- индивидуальный инвентарь по виду спорта.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам практических занятий; комплекты плакатов к специальным разделам дисциплины по выбранному виду спорта.

Страница кафедры физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева ВКонтакте <https://vk.com/kafedrasportarxty>

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и лицензионным программным обеспечением, копировальные аппараты; локальная сеть с доступом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по избранному виду спорта, кафедральные библиотеки электронных изданий.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.

2.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://onlinelibrary.wiley.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом

				перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методические основы построения оздоровительной тренировки в физической культуре и спорте.	<i>Знает:</i> - нормы здорового образа жизни; - основные здоровьесберегающие технологии; - методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. <i>Умеет:</i> - применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; - использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; - предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. <i>Владеет:</i> - навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; - системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольный норматив 1, 2)
Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств.	<i>Знает:</i> - нормы здорового образа жизни; - основные здоровьесберегающие технологии;	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение

	- методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. <i>Умеет:</i> - применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; - использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; - предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. <i>Владеет:</i> - навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; - системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	текущего контроля (контрольный норматив 3,4,5)
Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта.	<i>Знает:</i> - методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. <i>Умеет:</i> - применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; <i>Владеет:</i> - навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; - системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольный норматив 6,7), баллы за выполнение заданий раздела самостоятельной работы .

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»
основной образовательной программы
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Электротехника и промышленная электроника»**

**Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технология материалов**

Профиль подготовки – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:
заведующим кафедрой процессов и аппаратов химической технологии, д.т.н.
Л.В. Равичевым,
доцентом кафедры процессов и аппаратов химической технологии, к.т.н.
Ю.А. Беязевой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической
технологии
«27» мая 2025 г., протокол №11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технология материалов, на основании накопленного опыта преподавания предмета кафедрой электротехники и электроники и кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ.

Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра и относится к базовой части Блока 1. Предшествующими дисциплинами являются высшая математика, физика, информатика.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих теоретическую и практическую подготовку выпускника, умеющего выбирать и эксплуатировать электротехнические и электронные устройства, владеющего навыками использования современных информационных технологий для автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей.

Задачи изучения дисциплины:

- развитие понимания физической сущности явлений и законов функционирования электрических и электронных цепей;

- освоение студентами методологии автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;

- получение практических навыков экспериментального определения и анализа функциональных характеристик электротехнического и электронного оборудования для его выбора и эксплуатации в химико-технологических процессах и производствах.

Дисциплина «Электротехника и промышленная электроника» преподаётся в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа,	ОПК-1.1. Обладает систематическими знаниями в области математического анализа, моделирования, естественных наук и общеинженерных дисциплин. ОПК-1.2. Умеет решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.

естественнонаучные и общеинженерные знания.	
ОПК-2.Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-2.1.Знает основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов. ОПК-2.2. Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия, определения и законы электрических цепей;
- методы автоматизированного моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного токов, методологию электротехнических измерений;
- устройство и принципы работы электротехнического и электронного оборудования, трансформаторов, электрических машин, источников питания.

уметь:

- применять технологии автоматизированного моделирования, анализа, расчёта и эксплуатации электрических сетей, промышленного электрооборудования и электронных приборов;
- выбирать электротехническое и электронное оборудование для решения задач проектирования и реализации химико-технологических процессов и производств.

владеть:

- методологией автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- практическими навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами.

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
Лекции	0,4	16	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа (СР)	3,67	132	99
Контрольные работы	1	36	27

Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6	71,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов акад.			
		Всего	Лек	ЛЗ	СР
	Введение	1	1		
1	Раздел 1. Электрические цепи	69	5	10	54
1.1	Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей	19	1	-	18
1.2	Электрические измерения и приборы	25	2	5	18
1.3	Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока	25	2	5	18
2	Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины.	61	5	12	44
2.1	Трансформаторы	31	3	6	22
2.2	Асинхронные машины	30	2	6	22
3	Раздел 3. Основы электроники	49	5	10	34
3.1	Элементная база современных электронных устройств	25	3	5	17
3.2	Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов	24	2	5	17
4	Зачет с оценкой				
	Всего часов	180	16	32	132

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет, основные понятия, методология электротехники и промышленной электроники. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра техники и технологии.

РАЗДЕЛ I. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

1.1. Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей

Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей (ГОСТ 19880-74, ГОСТ 1492-77, ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 1494-77). Источники и приемники электрической энергии. Основы электробезопасности. Схемы замещения электротехнических устройств.

Основные понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные, с одним и несколькими источниками питания, с сосредоточенными и распределенными параметрами.

Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Принцип непрерывности (замкнутости) электрического тока и магнитного потока. Законы Ома и Кирхгофа.

Методы моделирования, анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока. Анализ и расчёт разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания путем составления и решения систем уравнений по законам Кирхгофа, применения методов узловых потенциалов и эквивалентного активного двухполюсника.

Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока.

Матричная запись уравнений цепей в обобщенных формах.

1.2. Электрические измерения и приборы

Методы измерения электрических величин: прямые и косвенные. Аналоговые электроизмерительные и цифровые электронные приборы: устройство, принцип действия, области применения. Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

1.3. Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока

Способы представления (в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) и параметры (амплитуда, частота, начальная фаза) синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения переменного синусоидального тока (напряжения).

Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ($\cos(\varphi)$) и его технико-экономическое значение.

Применение алгебры комплексных чисел в электротехнике. Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях переменного синусоидального тока.

Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение. Резонанс напряжений и токов. Частотные свойства цепей переменного тока. Понятие о линейных четырёхполюсниках. Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью.

Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока. Элементы трёхфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трёхфазного источника питания и приемников энергии. Соединение потребителей электроэнергии звездой и треугольником. Трёх- и четырёхпроводные схемы питания при-

емников. Назначение нейтрального провода. Мощность трёхфазной цепи. Коэффициент мощности. Техника безопасности при эксплуатации устройств в трёхфазных цепях.

Применение для автоматизированного моделирования и расчёта цепей программных продуктов, разработанных на кафедре, а также пакетов программ «Multisim», «Mathcad», «Excel».

РАЗДЕЛ II. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

2.1. Трансформаторы

Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора.

Анализ электромагнитных процессов в трансформаторе, схема замещения.

Потери энергии в трансформаторе. Внешние характеристики. Паспортные данные трансформатора и определение номинального тока, тока короткого замыкания в первичной обмотке и изменения напряжения на вторичной обмотке.

2.2. Асинхронные машины

Устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного электродвигателя. Вращающееся магнитное поле статора. Магнитное поле машины. ЭДС обмоток статора и ротора. Скольжение. Частота вращения ротора. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики.

Энергетические диаграммы. Паспортные данные.

Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Реверсирование и регулирование частоты вращения ротора.

РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

3.1. Элементная база современных электронных устройств

Условные обозначения, принцип действия, характеристики и назначение полупроводниковых диодов, транзисторов, тиристоров.

Интегральные микросхемы, их назначение, классификация и маркировка.

3.2. Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов

Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры. Электрические схемы и принцип работы выпрямителя. Электрические фильтры.

Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных и многокаскадных усилителей. Обратные связи в операционных усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя. Основные типы усилителей на базе ОУ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	– - основные понятия, определения и законы электрических цепей;		+	+	+
2	– - методы автоматизированного моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного токов, методологию электротехнических измерений;		+	+	+
3	– - устройство и принципы работы электротехнического и электронного оборудования, трансформаторов, электрических машин, источников питания.				
	Уметь:				
4	– - применять технологии автоматизированного моделирования, анализа, расчёта и эксплуатации электрических сетей, промышленного электрооборудования и электронных приборов;		+	+	+
5	– - выбирать электротехническое и электронное оборудование для решения задач проектирования и реализации химико-технологических процессов и производств.			+	+
	Владеть:				
6	– - методами автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;		+	+	+
7	– - навыками практической работы с электрической аппаратурой и электронными устройствами.		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
8	ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математи-	ОПК-1.1.Обладает систематическими знаниями в области математического анализа, моделирования, естественных наук и инженерных дисциплин.	+	+	+
		ОПК-1.2. Умеет решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя	+	+	+

	ческого анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.	методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.			
9	ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-2.1. Знает основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов.	+	+	+
		ОПК-2.2. Владеет методами проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Рабочей программой дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» практические занятия не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Рабочей программой дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» предусмотрено проведение лабораторных занятий в объёме 32 часов. Лабораторные занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление практических знаний, полученных студентами на лекционных занятиях и самостоятельной работе.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов: 1, 2 лабораторная работа по 10 баллов, 3-6 по 5 баллов.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1	Неразветвлённые и разветвлённые электрические цепи синусоидального тока с активно-реактивными сопротивлениями. Резонанс напряжений и токов.	8
2	1	Трёхфазные электрические цепи при соединении потребителей электроэнергии звездой и треугольником.	8
3	2	Однофазный трансформатор.	4
4	2	Трёхфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором.	4
5	3	Выпрямительные устройства.	4
6	3	Транзисторы и их применение в усилителях.	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочим учебным планом для дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» предусмотрена самостоятельная работа в объёме 96 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- выполнение контрольных работ по дисциплине;
- регулярное изучение разделов дисциплины на основе пройденного лекционного материала с использованием учебников и учебных пособий;
- подготовку к выполнению и защите лабораторных работ;

- работу на компьютере для освоения пакетов программ моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточный рейтинговый контроль по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» складывается из оценки четырёх контрольных работ (максимум 20 баллов) и оценки за лабораторный практикум (максимум 40 баллов).

Ответы на вопросы зачетного билета и решение зачетной задачи оцениваются максимум в 40 баллов.

Оценочные средства включают:

задания к контрольным работам (30 вариантов заданий к каждой из четырёх контрольных работ),

тесты к защите лабораторных работ (6 вариантов тестов к каждой из шести лабораторных работ),

30 зачетных билетов с тремя теоретическими вопросами и одной зачетной задачи.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

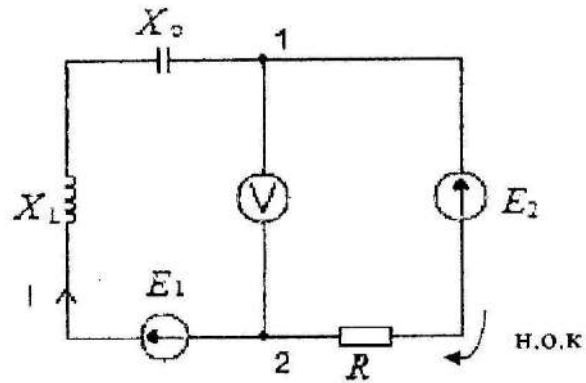
Студенты выполняют четыре контрольные работы на темы:

1. Расчёт неразветвлённых (параллельных) электрических цепей;
2. Расчёт разветвлённых (одноконтурных) электрических цепей;
3. Расчёт электрических цепей методом контурных токов;
4. Трёхфазные электрические цепи синусоидального тока: соединение трёхфазных потребителей электроэнергии звездой и треугольником.

Вариант контрольной работы №1

Дано: $e_1 = 60\sqrt{2} \sin(\omega t)$ (В); $\underline{E}_2 = j100$ (В); $R = 20$ Ом; $X_L = 10$ Ом; $X_C = 30$ Ом.

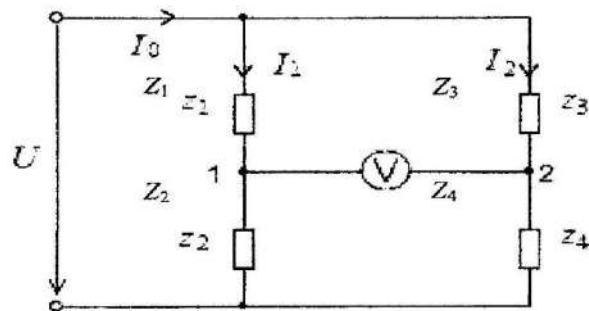
Найти: комплексное значение тока $\underline{I}$, его действующее значение I ; показание вольтметра, включённого между точками 1 и 2; полную комплексную мощность $\underline{S}$, активную мощность P и реактивную мощность Q .



Вариант контрольной работы № 2

Дано: $\underline{U} = 100 \text{ В}$; $\underline{Z}_1 = 0 + jX_L = j6 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = R + j0 = 8 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = R + j0 = 6 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_4 = 0 - jX_L = -j8 \text{ (Ом)}$.

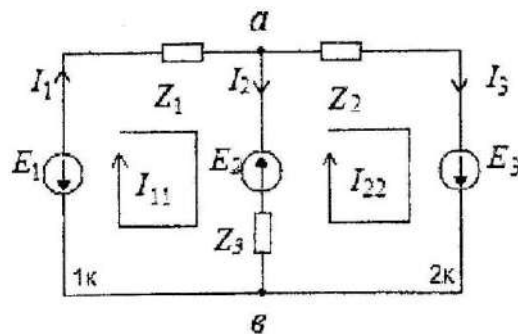
Найти: комплексные значения токов $\underline{I}_0$, $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$ и их действующие значения I_0 , I_1 , I_2 , показание вольтметра, включённого между точками 1 и 2, полную комплексную мощность $\underline{S}$, активную мощность P и реактивную мощность Q .



Вариант контрольной работы №3

Дано: $\underline{E}_1 = 6 + j6 \text{ (В)}$; $\underline{E}_2 = -6 - j6 \text{ (В)}$; $\underline{E}_3 = 8 + j6 \text{ (В)}$; $\underline{Z}_1 = 1 + j \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = -j \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = 0 \text{ (Ом)}$.

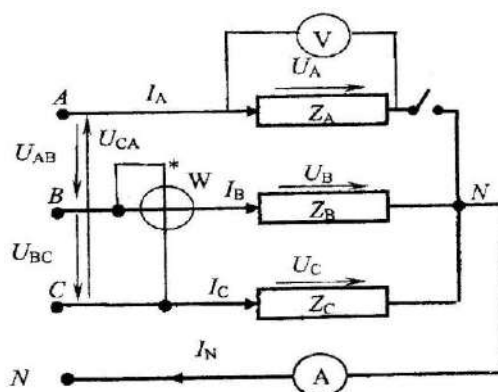
Найти: токи в ветвях $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$, $\underline{I}_3$.



Вариант контрольной работы №4

Дано: $U_{\text{Л}} = 380 \text{ (В)}$; $Z_A = \infty$; $Z_B = X_L = 10 \text{ (Ом)}$; $Z_C = X_C = 10 \text{ (Ом)}$; $Z_N = 0$.

Найти: показания приборов, включённых в электрическую цепь, и построить векторную диаграмму токов и напряжений.



8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачета с оценкой)

Зачет по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы. Вопросы билета предусматривают развёрнутые ответы студента по достаточно объёмной тематике:

1. Однофазные и трёхфазные электрические цепи. Электрооборудование промышленных предприятий

1. Действующие значения синусоидального тока, ЭДС и напряжения. Основы электробезопасности.
2. Средние значения синусоидального тока, ЭДС и напряжения.
3. Изображение синусоидального тока и напряжения комплексными числами.
4. Синусоидальный ток в электрической цепи с активным сопротивлением.
5. Синусоидальный ток в электрической цепи с индуктивным сопротивлением.
6. Синусоидальный ток в электрической цепи с ёмкостным сопротивлением.
7. Последовательное соединение активного, индуктивного и ёмкостного сопротивлений.
8. Явление резонанса напряжений в электрической цепи синусоидального тока и его особенности.
9. Электрическая цепь синусоидального тока с параллельным соединением элементов. Проводимости цепи.
10. Явление резонанса токов в электрической цепи синусоидального тока и его особенности.
11. Коэффициент мощности потребителей электроэнергии и его экономическое значение.
12. Получение трёхфазной системы ЭДС.

13. Соединение трёхфазного потребителя электроэнергии звездой при симметричной нагрузке (соотношение токов и напряжений, векторная диаграмма).
14. Соединение трёхфазного потребителя электроэнергии треугольником при симметричной нагрузке (соотношение токов и напряжений, векторная диаграмма).
15. Мощности трёхфазной электрической цепи.
16. Соединение трёхфазного потребителя электроэнергии с нейтральным проводом (схема и формула для расчёта U_N).
17. Измерение активной мощности трёхфазных электрических цепей методом двух ваттметров.
18. Расчёт электрических цепей методами контурных токов и двух узлов.
19. Устройство и принцип действия трансформатора.
20. Схема замещения и приведение параметров трансформатора.
21. Потери мощности и КПД трансформатора.
22. Опыт холостого хода трансформатора и его назначение.
23. Опыт короткого замыкания трансформатора и его назначение.
24. Внешняя характеристика трансформатора и её влияние на режим работы потребителя электроэнергии.
25. Устройство трёхфазного асинхронного электродвигателя.
26. Принцип действия и реверс (изменение направления вращения) трёхфазного асинхронного электродвигателя.
27. Схема замещения и механическая характеристика трёхфазного асинхронного электродвигателя.
28. Способы пуска трёхфазного асинхронного электродвигателя.
29. Способы регулирования частоты (скорости) вращения трёхфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора.
30. Способы регулирования частоты (скорости) вращения трёхфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором (с контактными кольцами).

II. Промышленная электроника

1. Полупроводниковый р - п переход и его свойства.
2. Полупроводниковые диоды, их свойства и область применения.
3. Принцип действия транзистора.
4. Схема включения транзистора с общей базой и её коэффициент усиления по току.
5. Схема включения транзистора с общей базой и её коэффициент усиления по напряжению.
6. Схема включения транзистора с общей базой и её коэффициент усиления по мощности.
7. Схема включения транзистора с общим эмиттером и её коэффициент усиления по току.
8. Схема включения транзистора с общим эмиттером и её коэффициент усиления по напряжению.
9. Схема включения транзистора с общим эмиттером и её коэффициент усиления по мощности.

10. Схема включения транзистора с общим коллектором и её коэффициент усиления по току.
11. Схема включения транзистора с общим коллектором и её коэффициент усиления по напряжению.
12. Схема включения транзистора с общим коллектором и её коэффициент усиления по мощности.
13. Однополупериодный выпрямитель, принцип действия, коэффициент пульсации выпрямленного тока.
14. Двухполупериодный выпрямитель, принцип действия, коэффициент пульсации выпрямленного тока.
15. Ёмкостной электрический фильтр в выпрямительной схеме и его влияние на коэффициент пульсации выпрямленного тока.
16. Индуктивный электрический фильтр в выпрямительной схеме и его влияние на коэффициент пульсации выпрямленного тока.

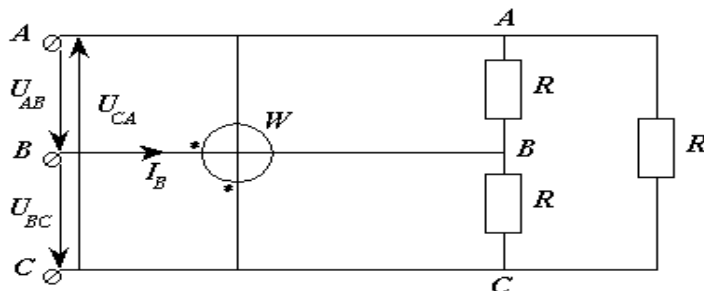
8.4. Структура и пример зачетных билетов

Зачет по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета* состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы *зачета* оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 10 баллов, третий вопрос – 10 баллов, задача – 10 баллов.

Пример зачетного билета:

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ  Л.В. Равичев «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии Дисциплина: Электротехника и промышленная электроника
	22.03.01 Материаловедение и технология материалов
Билет № 1 1. Последовательное соединение активного (R), индуктивного (X_L) и емкостного (X_C) сопротивлений. 2. Схема включения транзистора с общим эмиттером и ее коэффициент усиления по току. 3. Устройство трехфазного асинхронного электродвигателя.	

4. В приведенной схеме определить P_W , если $U_L = 200\text{ В}$, $R = 20\text{ Ом}$.



9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная

1. Электротехника и основы электроники. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Л.В. Равичев, В.Я. Логинов, Ю.А. Беляева, Ю.А. Комиссаров. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 76 с.
2. Сборник задач по электрическим цепям синусоидального тока с применением различных моделей в Mathcad и Multisim: учеб. пособие. / В.Я. Логинов, Ю.А. Беляева, Л.В. Равичев, И.И. Новикова, Е.А. Семенова, под. Ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2019. – 84 с.
3. Основы промышленной электроники: учеб. пособие / Ю.А. Комиссаров, Л.В. Равичев, В.Я. Логинов, Ю.А. Беляева. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. - 104 с.
4. Комиссаров Ю.А., Новикова И.И., Семенова Е.А., Хлебалкин И.В., Лисицина В.В. Алгоритмы решения задач по электрическим цепям переменного тока. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 45 с.
5. Равичев Л.В., Комиссаров Ю.А., Беляева Ю.А., Киселев М.С. Расчет и выбор электрооборудования для химических производств. – учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 64 с.

Б. Дополнительная

1. Комиссаров Ю.А., Навроцкая Л.В., Хлебалкин И.В., Семенова Е.А., Таптунов В.Н. Лабораторный практикум по автоматизированному расчёту и моделированию электрических цепей. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 84 с.
2. Комиссаров Ю.А., Бабокин Г.И. Общая электротехника и электроника: учебник для вузов / Под ред. П.Д. Саркисова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.:

ИНФРА-М, 2016. – 480 с. – Высшее образование: Бакалавриат). – [www/dx/doi/org/10/12737/13474](http://www.dx/doi/org/10/12737/13474).

3. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П., Бабокин Г.И. Основы электротехники, микроэлектроники и управления. Теория и расчет: т. 1. Учебное пособие для вузов в 2 т. Под ред. Саркисова П.Д. – М.: Химия, 2007. – 451 с.
4. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П., Бабокин Г.И. Основы электротехники, микроэлектроники и управления. Теория и расчет: т. 2. Учебное пособие для вузов в 2 т.. Под ред. Саркисова П.Д. – М.: Химия, 2007. – 311 с.
5. Рекус Г.Г. Электрооборудование химических производств: пособие по дипломному проектированию. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2006. – 68 с.
6. Рекус Г.Г., Чесноков В.Н. Лабораторный практикум по электротехнике и основам электроники: учебное пособие для неэлектротехнических специальностей вузов. -2-е изд., перераб. и дополненное. – М.: Высш. шк. 2001. – 255 с.
7. Комиссаров Ю.А., Семенова Е.А., Семенов Г.Н., Новикова И.И., Киселева И.М. Лабораторные и самостоятельные работы по трехфазным цепям синусоидального тока. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2009

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Презентации к лекциям.
- Раздаточный иллюстративный материал к лабораторным работам.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Журнал «Электротехника» ISSN 0013-5860

Журнал «Электроника и электротехника» ISSN 2453-8884

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://www.chem-eng.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронные учебные издания и методические материалы по контрольным и лабораторным работам;
- компьютерные презентации лекций;

- пакеты прикладных программ моделирования и расчета электрических цепей.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 16.05.2021).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 16.05.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по рабочей программе дисциплины проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий с программным обеспечением для расчета электрических и электронных цепей.

11.2. Учебно-наглядные пособия.

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и лабораторных работ.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к лабораторным занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Форма, методы контроля и оценки

Раздел 1. Электрические цепи	Знает основные понятия, определения, законы, методы моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного электрических токов, основы электробезопасности. Умеет применять принципы построения, анализа, расчёта и эксплуатации электрических цепей и электрооборудования. Владеет методологией анализа и расчета электрических цепей, измерения электротехнических величин.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за лабораторную работу №1 Оценка за контрольную работу №2. Оценка за лабораторную работу №2. Оценка на зачете.
Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины	Знает устройство и принцип работы трансформаторов, электрических машин и источников питания. Умеет выбирать необходимые электрические устройства и машины для решения конкретной технологической задачи. Владеет навыками работы с электротехническим оборудованием.	Оценка за контрольную работу №3. Оценка за лабораторную работу №3 Оценка за контрольную работу №4. Оценка за лабораторную работу №4. Оценка на зачете.
Раздел 3. Основы электроники	Знает устройство и принцип работы электронных приборов (выпрямителей и усилителей). Умеет применять методологию выбора и эксплуатации промышленных электронных приборов. Владеет навыками работы с электронным оборудованием.	Оценка за лабораторную работу №5 Оценка за лабораторную работу №6. Оценка на зачете.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Электротехника и промышленная электроника»
основной образовательной программы

22.03.01 Материаловедение и технология материалов

профиль подготовки – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 02:03:2026 20:57:00