

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технологический проект»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена

к.х.н., доцентом кафедры химической технологии пластических масс Сиротиным И.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Технологический проект» относится к обязательной части учебного плана (Б1.О.06.07). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей физики и органической химии.

Цель дисциплины – освоение основных концепций, методологии управления технологическими проектами и приобретение базовых навыков разработки и реализации технологических проектов в рамках своей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- систематизация методов расчета тепло- и массообменного оборудования;
- овладение основными принципами организации процессов химической технологии на основе изученных в дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» основ гидромеханики, тепло- и массопередачи;
- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии;
- приобретение практических навыков обоснования проектных решений в области нефтегазохимии и полимерных материалов;
- изучение основных требований и организационно-технических мероприятий по реализации инновационных технологических проектов в нефтегазохимической и полимерной отраслях.

Дисциплина «Технологический проект» преподается в 7 и 8 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**: ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной	ПК-1.1. Знает современные подходы к научному исследованию; порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. 26.028 Профессиональный стандарт «Специалист в области синтеза полимерных и композиционных материалов» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.02.2021 № 59н. Обобщенная трудовая функция

		публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-1.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; выбирать метод научного исследования; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада	А. Лабораторно-аналитическое сопровождение синтеза полимерных и композиционных материалов. А/01.6 Подготовка сырья и материалов для синтеза полимерных и композиционных материалов (уровень квалификации 6). А/02.6 Разработка и корректировка методов аналитического контроля синтеза полимерных и композиционных материалов (уровень квалификации 6). А/03.6 Проведение лабораторных и фундаментальных исследований полимерных и композиционных материалов (уровень квалификации 6). 40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-
			ПК-1.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных	

				конструкторских разработок по отдельным разделам темы A/01.5 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации 5) A/03.5 Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ (уровень квалификации 5)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности	ПК-2. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-2.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей

характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	(в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		ПК-2.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты	отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. 25.053 Профессиональный стандарт «Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н Обобщенная трудовая функция G. Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, технологии их применения G/01.6 Проведение работ по поиску, отработке и внедрению перспективных неметаллических композиционных материалов специализированного назначения, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, с заданными свойствами, в том числе в рамках
			ПК-2.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	

				научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации 6). G/02.6 Разработка и корректировка методик комплексного анализа по отработке технологических и нестандартных эксплуатационных характеристик, методик физико-химических, физико-механических и теплофизических испытаний новых неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем (уровень квалификации 6). G/03.6 Анализ результатов входного контроля неметаллических композиционных материалов специализированного назначения, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем высокой надежности, причин несоответствия требованиям технологической документации при изготовлении деталей и сборочных единиц из неметаллических композиционных материалов

				(уровень квалификации 6). G/04.6 Разработка типовой и критичной технологической документации, мероприятий по подготовке производства к изготовлению опытной продукции ракетно-космических комплексов и систем (уровень квалификации 6). G/05.6 Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, препарации сборочных узлов, контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ (уровень квалификации 6). G/06.6 Обеспечение высокого уровня выполнения лабораторных химических испытаний материалов, обработки результатов, использования приборов, реактивов и материалов при определении характеристик неметаллических композиционных материалов,

				используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем (уровень квалификации 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам;
- современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний.

Уметь:

- находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.

Владеть:

- основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость практики по учебному плану	10	360	6	216	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,44	160	2,67	96	1,78	64
Лекции		-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	4,44	160	2,67	96	1,78	64
Лабораторные работы (ЛР)		-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	5,06	182	3,08	111	1,97	71
Промежуточная аттестация	0,5	18	0,25	9	0,25	9
Вид итогового контроля:			Зачет, курсовой проект		Зачет, курсовой проект	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики по учебному плану	10	270	6	162	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,44	120	2,67	72	1,78	48
Лекции		-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	4,44	120	2,67	72	1,78	48
Лабораторные работы (ЛР)		-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	5,06	136,5	3,08	83,25	1,97	53,25
Промежуточная аттестация	0,5	13,5	0,25	6,75	0,25	6,75
Вид итогового контроля:			Зачет, курсовой проект		Зачет, курсовой проект	

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	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.	26	-	-	-	4	-	-	-	22
1	Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны.	55	-	-	-	23	-	-	-	22
1.1	Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).	14	-	-	-	7	-	-	-	7
1.2	Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.	15	-	-	-	8	-	-	-	7
1.3	Сравнение данных расчёта насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.	16	-	-	-	8	-	-	-	8
2	Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников.	25	-	-	-	23	-	-	-	22
2.1	Расчёт кожухотрубчатого испарителя.	10	-	-	-	5	-	-	-	5

2.2	Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).	11	-	-	-	6	-	-	-	5
2.3	Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).	12	-	-	-	6	-	-	-	6
2.4	Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).	12	-	-	-	6	-	-	-	6
3	Раздел 3. Гидродинамические расчёты.	25	-	-	-	23	-	-	-	22
3.1	Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов	14	-	-	-	7	-	-	-	7
3.2	Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов	15	-	-	-	8	-	-	-	7
3.3	Расчёт и подбор насосов	16	-	-	-	8	-	-	-	8
4	Раздел 4. Графическое оформление. Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1	26	-	-	-	23	-	-	-	23
5	Раздел 5. Выбор теоретических и прикладных задач проектного исследования и связанных с ними тем проектов	67	-	-	-	32	-	-	-	35
5.1	Содержание этапов проектной деятельности. Команда проекта	33	-	-	-	16	-	-	-	17
5.2	Выбор теоретических и прикладных задач проектного исследования и связанных с ними тем проектов	34	-	-	-	16	-	-	-	18

6	Раздел 6. Структура технологических проектов	68	-	-	-	32	-	-	-	36
6.1	Содержание проекта. Результаты проекта	34	-	-	-	16	-	-	-	18
6.2	Критерии оценки эффективности проекта. Подготовка презентации и защита проекта	34	-	-	-	16	-	-	-	18
	ИТОГО	360				160				182

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны.

1.1. Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).

Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчёт скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массопередачи. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчёт гидравлического сопротивления насадки.

1.2. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчёт коэффициентов массопередачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчёт высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.

1.3. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн.

Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов. Выбор колонны.

Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников.

Расчёт и выбор теплообменников по общей схеме: - расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{ор}$; - выбор типа и нормализованного варианта конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника $F_{норм}$ и др.); - сопоставление ориентировочной $F_{ор}$ и $F_{норм}$; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

2.1. Расчёт кожухотрубчатого испарителя.

2.2. Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.3. Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.4. Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

Раздел 3. Гидродинамические расчёты.

3.1 Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов

3.2. Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов

3.3. Расчёт и подбор насосов

Раздел 4. Графическое оформление.

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в разделе 1.

Раздел 5. Выбор теоретических и прикладных задач проектного исследования и связанных с ними тем проектов

5.1. Содержание этапов проектной деятельности. Команда проекта.

Общие принципы конструктивно-технологического членения технических систем.

Конструктивно-технологическая характеристика элементов технических систем. Конструктивно-технологические особенности технологических систем в нефтегазохимии и полимерной области. Общая характеристика особенностей технологических процессов. Структура производственного процесса. Структура технологического процесса. Структура технологической операции. Производственная структура рабочего места. Производственная структура цеха. Производственная структура предприятия нефтегазохимической и полимерной отрасли.

5.2. Выбор теоретических и прикладных задач проектного исследования и связанных с ними тем проектов.

Производственный цикл. Трудоёмкость технологического процесса объекта производства. Себестоимость объекта производства. Типы производственных систем. Такт и ритм производства. Понятие о планировании и управлении работами технологической подготовки производства. Оценка технологичности продукции. Качественные и количественные показатели технологичности продукции. Обеспечение технологичности на разных стадиях проектирования.

Раздел 6. Структура технологических проектов

6.1. Содержание проекта. Результаты проекта

Анализ технических требований и условий изготовления продукции. Выбор метода получения. Составление маршрута изготовления продукции. Основные стадии разработки операционной технологии. Выбор варианта технологического процесса и оформление технологической документации

6.2. Критерии оценки эффективности проекта. Подготовка презентации и защита проекта

Понятие точности и стабильности технологического процесса. Виды технического контроля параметров нефтегазохимической и полимерной продукции. Метод статистического моделирования погрешностей технологического процесса. Система качества предприятий. Документальное оформление системы качества предприятия. Стандарты системы качества.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	Знать:			
1	- принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам;		+	+
2	- современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний.			+
	Уметь:			
3	- находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства		+	+
	Владеть:			
4	- основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
5	ПК-1. Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-1.1. Знает современные подходы к научному исследованию; порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками	+	+
		ПК-1.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; выбирать метод научного исследования; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада	+	+
		ПК-1.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных	+	+

6	ПК-2. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-2.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	+	+
		ПК-2.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты	+	+
		ПК-2.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Введение.	Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.	4
2	Раздел 1	Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчёт скорости паров и диаметра колонны.	23
3		Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчёт гидравлического сопротивления насадки. 1 час.	
4		Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчёт скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий.	
5		Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрффи. Расчёт высоты колонны на основе КПД по Мэрффи с построением кинетической линии. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.	
6		Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов.	
7		Выбор колонны.	
8	Раздел 2	Общая схема расчёта теплообменников на примере кожухотрубчатого испарителя. Расчёт тепловой нагрузки теплообменников. Определение теплового режима и средней движущей силы. Приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{ор}$. Выбор типа и нормализованного варианта конструкции $F_{норм}$. Определение параметров конструкции.	23
9		Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Гидравлический расчёт. Выбор оптимального варианта теплообменника.	
10		Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчёта.	
11		Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета.	

12		Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых) по общей схеме расчёта.	
13	Раздел 3	Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов.	23
14		Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов.	
15		Расчёт и подбор насосов.	
16	Раздел 4	Технологическая схема. Технические характеристики и требования к выполнению спроектированного оборудования. Аппараты, входящие в установку. Основные технологические связи между аппаратами. Элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т.д.).	23
17		Чертежи общего вида ректификационной колонны определенного типа.	
18		Чертежи деталей контактных элементов.	
19	Раздел 5	Общие принципы конструктивно-технологического членения технических систем	32
20		Конструктивно-технологическая характеристика элементов технологических схем	
21		Конструктивно-технологические особенности продукции полимерной отрасли	
22		Структура производственного процесса	
23		Структура технологического процесса	
24		Структура технологической операции	
25		Производственное предприятие и его элементы	
26		Производственная структура рабочего места	
27		Производственная структура цеха	
28	Раздел 6	Производственная структура предприятия полимерной отрасли	32
29		Технико-экономические показатели производственной системы	
30		Производственный цикл	
31		Трудоёмкость технологического процесса объекта производства	
32		Себестоимость объекта производства	
33		Принципы организации и типы производства	
34		Типы производственных систем	
35		Понятие о планировании и управлении работами технологической подготовки производства	
36		Технологичность конструкции изделия, продукции	
		Итого	160

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Технологический проект» 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, 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;
- участие в коллоквиумах;
- подготовку к *зачёту с оценкой* и защите курсового проекта 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. При работе с литературными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка в 7 семестре по дисциплине складывается из оценки за выполнение разделов по курсовому проекту (максимальная оценка 60 баллов) и защите курсового проекта (максимальная оценка 40 баллов).

Совокупная оценка в 8 семестре по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), доклада (максимальная оценка 40 баллов).

Совокупная оценка в 8 семестре по дисциплине складывается из оценки за выполнение отчёта по курсовому проекту (максимальная оценка 60 баллов) и защите курсового проекта (максимальная оценка 40 баллов).

8.1.1 Примерный перечень тем курсовых проектов (7 семестр)

- Расчёт и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси хлороформ-дихлорэтан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректifikате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;

- Расчёт и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси гексан-гептан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректifikате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;

- Расчёт и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси этанол-вода с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректifikате и кубовом остатке. Тип колонны – насадочная;

- Расчёт и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси бензол-толуол с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректifikате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.

- Расчёт и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси ацетон-хлороформ с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректifikате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.

8.1.2 Примерный перечень тем курсовых проектов (8 семестр)

1. Критериальный анализ композиционных изделий в программном продукте для компьютерного моделирования
2. Определение параметров формования полимерных композитов на стадии проектирования. Взаимосвязь критичных параметров технологического процесса.
3. Решение задач гидродинамики при моделировании процесса RTM формования.
4. Решение задач теплообмена при моделировании процесса RTM формования.
5. Решение задач гидродинамики при моделировании процесса инфузии.
6. Решение задач теплообмена при моделировании процесса инфузии.
7. Моделирование процесса пропитки.
8. Моделирование впуска связующего точечными и линейными источниками.
9. Моделирование распределения давления, времени и распространения фронта пропитки.
10. Формирование и хранение данных об упруго-прочностных, технологических и теплофизических свойствах полимерного композиционного материала и его компонентов.

8.1.3. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Темы доклада (8 семестр)

1. Анизотропные свойства полимерного композита
2. Деформативные особенности полимерных композитов
3. Угол армирования в композиционных изделиях, схема укладки слоев.
4. Влияние угла армирования на прочность в процессе намотки и выкладки
5. Изменение прочности композита от содержания компонентов
6. Влияние качества компонентов в ПКМ на его прочность
7. Основные сведения о наполнителях
8. Получение стекловолокон
9. Прочностные и общие свойства стекловолокон
10. Общие сведения о получении углеродных волокон
11. 7. Получение углеродных волокон из ПАН-волокон
12. Получение углеродных волокон из пековых волокон
13. Основные механические характеристики углеродных волокон и их сравнение
14. Органические волокна, их особенности
15. Основные сведения о полимерных связующих
16. Основные сведения о полимерах
17. Сравнение полимерных смол, применяемых в качестве связующих
18. Общие сведения об эпоксидных смолах, марки смол
19. Этапы формования полимерных композитных материалов в изделия
20. Ступенчатые и простые циклы отверждения полимерных связующих
21. Параметры при отверждении связующего в составе композитного изделия
22. Характеристики эпоксидных смол, типы эпоксидных смол, отвердители
23. Мокрая намотка – ее операции, технология выполнения
24. Сухая намотка – ее операции, технология выполнения
25. Процесс выкладки с последующим формованием, ее особенности Основные методы получения изделий из ПКМ в самолетостроении
26. Общие сведения о методе "вакуумное формование"
27. Основные сведения о методе прессования при получении изделий из ПКМ
28. Автоклавное формование – операции, особенности
29. Вакуум-автоклавное формование – операции, особенности Особенности операций по изготовлению изделий из ПКМ
30. Типовые операции при изготовлении изделий из ПКМ, их необходимость и сущность
31. Получение "сухих" препрегов с применением пропиточных машин

32. Вспомогательные материалы для формования изделий из ПКМ, их особенности и назначение
33. Применение цулаг для изготовления изделий из ПКМ
34. Типы оснасток при изготовлении изделий из ПКМ
35. Требования к оснасткам и технологическим подложкам
36. Технологические дефекты, виды неразрушающего контроля и его сущность
37. Необходимость механической обработки изделий из ПКМ
38. Варианты изготовления изделий из ПКМ в самолето- и ракетостроении
39. Изготовление трехслойных конструкций - варианты
40. Варианты изготовления трехслойных конструкций из ПКМ

8.2. Текущий контроль освоения дисциплины

8.2.1 Текущий контроль освоения дисциплины (7 семестр)

Промежуточный рейтинговый контроль по дисциплине «Технологический проект» направления **18.03.01 «Химическая технология»** в 7 семестре складывается из оценки за выполнение соответствующих разделов. Максимальное количество баллов, которое может быть получено за выполнение всех разделов курсового проекта равно 60.

Контроль выполнения разделов курсового проекта:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы консультаций	Баллы
1	Введение.	1. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.	4
2	Раздел 1	2. Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчёт скорости паров и диаметра колонны.	4
		3. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массопередачи. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчёт гидравлического сопротивления насадки.	4
		4. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий.	5
		5. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания	4

		барботажного слоя. Расчёт коэффициентов массопередачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчёт высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.	
		6. Сравнение данных расчёта насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов.	2
		4. Выбор колонны.	2
Итого:			25
3	Раздел 2	8. Общая схема расчёта теплообменников на примере кожухотрубчатого испарителя. Расчёт тепловой нагрузки теплообменников. Определение теплового режима и средней движущей силы. Приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{ор}$. Выбор типа и нормализованного варианта конструкции $F_{норм}$. Определение параметров конструкции.	3
		9. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов. Гидравлический расчёт. Выбор оптимального варианта теплообменника.	3
		10. Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчёта.	3
		11. Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчёта.	3
		12. Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых) по общей схеме расчёта.	3
Итого:			15
4	Раздел 3	13. Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов.	2
		14. Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов.	2
		15. Расчёт и подбор насосов.	2
Итого:			6
5	Раздел 4.	16. Технологическая схема. Технические характеристики и требования к выполнению спроектированного оборудования. Аппараты, входящие в установку. Основные технологические связи между аппаратами. Элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т.д.).	5
		17. Чертежи общего вида ректификационной колонны определенного типа.	5

		18. Чертежи деталей контактных элементов, рассчитанных в разделе 1	4
Итого:			14
Всего сумма набранных баллов:			60

8.2.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины (8 семестр)

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по разделу 5, 6 – 8 семестр). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет 20 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1 в форме тестов.

Контрольная работа 1 (максимально – 20 баллов) включает 10 заданий (максимально 2 балла за каждое задание). Критерий оценки: дан верный ответ – 2 балла, дан не верный ответ – 0 баллов.

1. При формовании с использованием эластичной диафрагмы используют ли реактопласты:

- а) да;
- б) нет;
- в) возможно в будущем
- г) нет правильного ответа.
- д) все ответ верны

2. Используют ли прерпеги при формовании с эластической диафрагмой?

- а) да, всегда;
- б) нет, никогда;
- в) использование возможно.
- г) нет правильного ответа.
- д) все ответ верны

3. Методы формования ПКМ с использованием эластичной диафрагмы являются:

- а) периодическими;
- б) непрерывными;
- в) существуют и в том и в другом варианте;
- г) нет правильного ответа.
- д) все ответ верны

4. Методы автоклавного формования являются:

- а) периодическими;
- б) непрерывными;
- в) существуют и в том и в другом варианте;
- г) нет правильного ответа.
- д) все ответ верны

5. Метод прессования армированных композиций отличается от формования порошковонаполненных реактопластов:

- а) технологическим оформлением процесса;
- б) природой композиции;
- в) особыми режимами формования;
- г) нет правильного ответа.
- д) все ответ верны

6. Какое из связующих не используют при создании формовочных композиций при производстве с использованием матриц:

- а) фенолформальдегидная смола;
- б) полиэфирная смола;
- в) эпоксидная смола.
- г) эпоксиноволачная смола

7. При формировании на матрице форма состоит из матрицы и: а) плунжера;
б) премикса;
в) пуансона;
г) жгута;
д) мембраны
8. В качестве исходных заготовок при формировании ПКМ на матрице используют:
а) сухие таблетки;
б) премиксы;
в) сыпучие смеси
г) связующие
д) наполнители
9. Возможно ли в методе формирования на матрице использовать листовые формовочные материалы?
а) да, возможно;
б) нет, невозможно;
в) только в исключительных случаях
г) нет правильного ответа.
д) все ответ верны
10. Используют ли прерпеги при формировании на матрице?
а) да, всегда;
б) нет, никогда;
в) использование возможно;
г) нет правильного ответа.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2 в форме тестов.

Контрольная работа 2 (максимально – 20 баллов) включает 10 заданий (максимально 2 балла за каждое задание). Критерий оценки: дан верный ответ – 2 балла, дан не верный ответ – 0 баллов.

1. В качестве матрицы при получении ПКМ методом пултрузии используют:
а) только термопласты;
б) только реактопласты;
в) и те, и другие полимеры.
д) любые
в) зависит от настройки технологической линии
2. В качестве компенсаторов усадки используют:
а) термопласты;
б) кремнеземы и силикаты;
в) сажу
г) реактопласты;
д) ПАВы
3. При термокомпрессионном прессовании в качестве материала матрицы используют:
а) сталь;
б) керамику;
в) силиконовый каучук;
г) реактопласты
д) бетон
4. Когда происходит отверждение формуемого изделия:
а) перед закладкой в форму;
б) в форме;
в) после выемки из формы;
г) нет правильного ответа.
д) все ответ верны

5. Какой из армирующих материалов не используется при формовании изделий методом намотки:
- а) волоконный мат;
 - б) рубленное волокно;
 - в) монопить.
 - г) нет правильного ответа.
 - д) все ответ верны
6. Основными материалами для матрицы в методе намотки являются:
- а) фенолформальдегидные и мочевиноформальдегидные смолы;
 - б) полиуретановые смолы;
 - в) эпоксидные и полиэфирные смолы;
 - г) полиамиды
 - д) полиимиды;
7. При «сухой» или при «мокрой» намотке используют препреги:
- а) при «сухой»;
 - б) при «мокрой»;
 - в) в обоих случаях.
 - г) нет правильного ответа.
 - д) все ответ верны
8. Препреги получают:
- а) с помощью вакуумного формования;
 - б) на специальных пропиточных установках;
 - в) путем экструзии
 - г) нет правильного ответа.
 - д) все ответ верны
9. Препреги представляют собой:
- а) рулоны ленточного материала;
 - б) брикеты;
 - в) полуфабрикаты;
 - г) дозированные порошковые системы;
 - д) волокниты
10. Препреги используют в технологии:
- а) экструзии;
 - б) пултрузии;
 - в) намотки
 - г) нет правильного ответа;
 - д) все ответ верны

Пример вопросов для устного опроса при защите курсового проекта (8 семестр)

1. Особенности программ моделирования инфузионных методов формования сложных крупногабаритных изделий.
2. Особенности программ моделирования RTM формования сложных крупногабаритных изделий.
3. Какие математические модели используются для оценки пористости изделий из композиционных материалов в процессе формования?
4. Какие математические модели используются для прогнозирования образования утолщений изделий из композиционных материалов в процессе формования?
5. Какие математические модели используются для прогнозирования недоформовки композиционных материалов?
6. Какие математические модели используются для прогнозирования коробления композиционных материалов?

7. Назовите факторы, влияющие на остаточные напряжения в композитах при формировании?
8. Чем вызваны технологическая усадка?
9. Чем вызвана усадка реактопластов при формировании?
10. Что такое коэффициент термического линейного расширения и как он связан с остаточными напряжениями в полимерных композитах?
11. Чем вызваны основные виды брака при формировании композитов методом RTM?
12. Чем вызваны основные виды брака при формировании композитов методом вакуумной инфузии?
13. Как определяется оптимальное соотношение связующего и наполнителя, реализуемое в инфузионных методах?
14. Назовите основные процессы, которые проходят при инфузии и которые должны учитываться при моделировании.
15. Как классифицируются реологические жидкости по их поведению при течении?
16. Какие реологические характеристики расплавов полимеров Вы знаете?
17. Что представляет собой кривая течения полимеров?
18. Что такое аномалия вязкости, в чем она проявляется и чем объясняется?
19. Как зависит вязкость от температуры?
20. Как влияет на вязкость молекулярная масса?
21. Что такое индекс течения, как он определяется и что характеризует?
22. Как оценить качество пропитки?
23. Как влияет теплопроводность оснастки на пропитку?
24. Какие химические взаимодействия наблюдаются в процессе пропитки? Как они влияют на качество пропитки?

8.3.1 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет, курсовой проект)

Введение.

Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

1. В каких координатах строятся рабочая и равновесная линии при анализе работы ректификационных колонн графоаналитическим методом?
2. Как обозначаются составы пара и жидкости
3. В процессе ректификации, где больше легколетучего компонента – в паре или в жидкости?
4. Как влияет размер насадки на высоту и диаметр аппарата?
5. Как влияет размер насадки на гидравлическое сопротивление аппарата?
6. Для чего осуществляется предварительный нагрев исходной смеси перед подачей в ректификационную колонну
7. Для чего используется дефлегматор?
8. Для чего используется кипятильник?
9. Что обуславливает преимущественное (по сравнению с насадочными) использование тарельчатых ректификационных колонн в крупнотоннажной ректификации (сравниваются тарельчатая и насадочная колонна с одинаковыми габаритными размерами)?
10. В чем состоит назначение насадки или тарельчатых устройств?

11. В чем состоит технологический расчет массообменных аппаратов?
12. Как влияет размер элемента насадки и плотность орошения на гидравлическое сопротивление по газовой фазе?
13. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?
14. Назовите достоинства тарельчатых колонн по сравнению с насадочными.
15. Назовите достоинства насадочных колонн по сравнению с тарельчатыми.
16. Какие бывают типы тарелок и виды насадок?
17. Сравнение колпачковых, ситчатых, клапанных тарелок.
18. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей.

Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны.

1. Что называют флегмовым числом ректификационной колонны?
2. Как определяется минимальное флегмовое число при бинарной ректификации?
3. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.
4. По какому параметру происходит оптимизация процесса при расчёте оптимального флегмового числа?
5. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.
6. Как изменяются габаритные размеры проектируемой ректификационной колонны при увеличении флегмового числа?
7. Как зависит высота колонны от флегмового числа?
8. Как влияет увеличение флегмового числа на расход и состав флегмы?
9. Как влияет увеличение флегмового числа на тепловую нагрузку дефлегматора и кипятильника?
10. Как влияет увеличение флегмового числа на расход и состав дистиллята?
11. Какое положение занимает рабочая линия для процесса бинарной ректификации при минимальном флегмовом числе?
12. Какое положение занимает рабочая линия для процесса бинарной ректификации при максимальном флегмовом числе?
13. Что такое кинетическая линия? Для чего необходимо было ее строить?
14. Какие величины вы рассчитывали для построения кинетической линии?
15. Изложите порядок построения кинетической линии
16. Приведите уравнение для расчета расхода пара, поступающего из колонны в дефлегматор. Используйте флегмово число.
17. Что называют единицей переноса?
18. Что называют коэффициентом полезного действия ступени (по Мэрффи):
19. Что такое теоретическая тарелка?
20. Что называют коэффициентом полезного действия тарелки ректификационной колонны?
21. Как изменяются высота и диаметр колонны с уменьшением флегмового числа?
22. Назовите методы расчета высот ректификационных колонн?
23. По какой скорости проводят расчет диаметра ректификационной колонны – пара или жидкости?

Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников

1. Как влияет критерий Рейнольдса на коэффициент теплоотдачи при течении в трубах и каналах?
2. Какой физический смысл имеет критерий Нуссельта?
3. Какой физический смысл имеет критерий Прандтля?

4. Какой физический смысл имеет критерий Грасгофа?
5. Назовите примерные численные значения критерия Прандтля для газов и капельных жидкостей.
6. Какая из схем движения теплоносителей обеспечит наибольшую движущую силу процесса теплопередачи (прямоток или противоток)?
7. Как изменится коэффициент теплопередачи и гидравлическое сопротивление при увеличении числа ходов теплообменного аппарата?
8. Как влияет турбулентность движения теплоносителей на коэффициент теплопередачи?
9. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
10. Какие недостатки имеет многоходовой кожухотрубчатый теплообменник по сравнению с одноходовым?
11. Почему расчет коэффициентов теплоотдачи при конвекции и конденсации паров рассчитываются по разным формулам?
12. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?
13. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи?
14. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния.
15. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?
16. Какие преимущества имеет пластинчатый теплообменник перед кожухотрубным.

Раздел 3. Гидродинамические расчёты

1. Что называют напором насоса?
2. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на максимально возможную высоту всасывающей линии?
3. Как влияет скорость перекачиваемой жидкости во всасывающей трубе на максимально возможную высоту всасывающей линии?
4. Опишите действие одноступенчатого центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
5. В какую форму переходит механическая энергия потока жидкости, теряемая при его движении по трубопроводу?
6. Как влияет критерий Рейнольдса на коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) в ламинарном режиме?
7. Как влияет критерий Рейнольдса на коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) в автомодельном режиме?
8. Как изменится расчётная величина запаса на кавитацию для центробежного насоса, если при прочих равных условиях производительность возрастёт?
9. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них.
10. Характеристика центробежного насоса. Характеристика сети. Покажите, как определяются напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.
11. Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором для центробежного и поршневого насосов.
12. Сопоставьте основные достоинства и недостатки центробежных и поршневых насосов, назвав основные области их применения. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.

Раздел 4. Графическое оформление.

1. Чем был обусловлен выбор теплообменников?

2. Сопоставьте достоинства и недостатки имеющихся в схеме теплообменников (кожухотрубного, двухтрубного («труба в трубе»), пластинчатого) теплообменников аппаратов и назовите области их применения.
3. Опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубчатый теплообменником.
4. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.
5. Чем отличаются одноходовые кожухотрубные теплообменники от многоходовых?
6. Пояснить принцип действия измерительных приборов и узлов автоматизации.
7. Обсуждение конструкции крепления тарелок
8. Как определяется внутренний диаметр колонного аппарата
9. Как выбирается расстояние между тарелками колонных аппаратов
10. Предназначения люков, штырей, цапф.

8.3.2 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет, курсовой проект)

1. Обеспечение достижения требуемых механических свойств и оптимальное содержание связующего в инфузионном формовании.
2. Как учитывается реология процесса при инфузии?
3. Как учитывается термическая составляющая при инфузии?
4. Как учитываются химические процессы при инфузии?
5. Как реализуется оптимальное соотношение связующего и наполнителя в инфузионных методах?
6. Оптимизация движения связующего через среду наполнителя с учётом проницаемости, изменения вязкости связующего.
7. Учёт теплопроводности оснастки, теплоемкости и теплопроводности компонентов полимерного композиционного материала при инфузии.
8. Диффузия и химическое взаимодействие в процессе формования.
9. Причины возникновения пористости в материале.
10. Исходные данные для компьютерного моделирования: физико- механические, упруго-прочностные, теплофизические характеристики связующего и наполнителя.
11. Требования, предъявляемые к наполнителям: градиент проницаемости, плотность, теплоемкость и теплопроводность, поверхностная площадь, начальная толщина пакета.
12. Требования, предъявляемые к связующим: функция вязкости от температуры, теплоемкость и теплопроводность связующего, плотность.
13. Как учитывают изменение проницаемости наполнителя в результате смещения его волокон относительно первоначального положения?
14. Решение задачи гидродинамики при моделировании (закон Дарси).
15. Учёт расположения и количества зон подачи связующего при моделировании процесса формования.
16. В чём причины образование возможных участков непропитки?
17. Необходимый объем связующего для процесса формования и величина его потерь.
18. Время заполнения и отверждения при моделировании процесса вакуумной инфузии.
19. Скорость и направление фронта заполнения при моделировании процесса вакуумной инфузии.
20. Особенности структурирования информации о марках и типах полимерного композиционного материала.

8.4.1 Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой и курсового проекта (7 семестр)

Зачет по дисциплине «Технологический проект» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» _____ _____ _____ «__» _____ 20__г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химической технологии пластических масс
	Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
	Технологический проект
Билет № 1 1. Как влияет размер элемента насадки и плотность орошения на гидравлическое сопротивление по газовой фазе? 2. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?	

8.4.2 Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой и курсового проекта (8 семестр)

Зачет по дисциплине «Технологический проект» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5 и 6 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» _____ _____ _____ «__» _____ 20__г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химической технологии пластических масс
	Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
	Технологический проект
Билет № 1 1. Обеспечение достижения требуемых механических свойств и оптимальное содержание связующего в инфузионном формовании. 2. Требования, предъявляемые к наполнителям: градиент проницаемости, плотность, теплоемкость и теплопроводность, поверхностная площадь, начальная толщина пакета.	

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. Дмитриев Е.А. Теплообменные аппараты химических производств: учеб. Пособие / Е.А. Дмитриев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 88 с.
2. Равичев Л.В., Трушин А.М., Комляшев Р.Б., Васильев А.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С. Физико-химические свойства веществ: Методические указания по курсовому проектированию. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. - 104 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Трубопроводы в химических производствах: Е.А. Дмитриев, С.И. Ильина, И.К. Кузнецова, О.В. Кабанов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 31 с.
4. Насосы химических производств: учебно-методическое пособие/ сост. Е.А. Дмитриев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 48 с.
5. Аппаратура процессов разделения гомогенных и гетерогенных систем: учеб.пособие/ Е.А. Дмитриев, Р.Б. Комляшев, Е.П. Моргунова, А.М. Трушин, А.В. Вешняков, Л.С. Сальникова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 104 с.
6. 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.
7. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы: учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]; под редакцией М. Л. Кербера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 316 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-04915-2. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/444129>.
8. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 340 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01322-1. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450286>

Б. Дополнительная литература

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию /ред. Ю. И. Дытнерский. - 4-е изд. М.: Альянс, 2008.- 493 с.
2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Альянс, 2005. - 750 с.
3. 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"
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб.пособие для вузов.- М.: РусМедиаКонсалт.- 2004. - 576 с.
5. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн./ Ю.И.Дытнерский.3-е изд. - М.: Химия, 2002. – 768 с.
6. Бобылёв В.Н. Физические свойства наиболее известных химических веществ: Справочное пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 24 с.
7. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1 : учебник для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. –

- 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 226 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).
8. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2 : учебник для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 227 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
9. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 247 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
10. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 327 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
11. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 219 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
12. Комиссаров Ю.А. Химическая технология : научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 1 : учеб.пособие для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 270 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
13. Комиссаров Ю.А. Химическая технология : научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 2 : учеб.пособие для академического специалитета / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 416 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
14. Комиссаров Ю.А. Основы конструирования и проектирования промышленных аппаратов : учеб.пособие для вузов / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 368 с. – (Серия: Университеты России).
15. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-4047-4. — –Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130153>

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Справочные материалы и программы на сайте кафедры процессов и аппаратов www.chemengrkhhtu.ru
- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).
- Мультимедийные средства (основные типы гидродинамических, теплообменных и массообменных аппаратов химической технологии).
- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120

- Высокмолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996

2. Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005

3. Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999

4. Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010

5. Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995

6. Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998

7. Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997

8. Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011

9. Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

10. Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996

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.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. 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.

7. 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).

8. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 100);

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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>.

– 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>.

– 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>.

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>.

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

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

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. 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 «Специализированные процессы и их аппаратное оформление» проводятся в форме 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:

Презентации к практическим занятиям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии синтеза и переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки

кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

	year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)			перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное 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. Расчёт ректификационной колонны.	<i>Знает:</i> - принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний. <i>Умеет:</i> - находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <i>Владеет:</i> - основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.	Устный опрос и тестирование по разделу 1. Защита курсового проекта.
Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников.	<i>Знает:</i> - принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний. <i>Умеет:</i> - находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <i>Владеет:</i> - основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.	Устный опрос и тестирование по разделу 2. Защита курсового проекта.
Раздел 3. Гидродинамические расчёты.	<i>Знает:</i> - принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний. <i>Умеет:</i>	Устный опрос и тестирование по разделу 3. Защита курсового проекта.

	- находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <i>Владеет:</i> - основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.	
Раздел 4. Графическое оформление	<i>Знает:</i> - принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний. <i>Умеет:</i> - находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <i>Владеет:</i> - основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.	Устный опрос и тестирование по разделу 4. Защита курсового проекта.
Раздел 5. Выбор теоретических и прикладных задач проектного исследования и связанных с ними тем проектов	<i>Знает:</i> - принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний. <i>Умеет:</i> - находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <i>Владеет:</i> - основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр). оценка за доклад. Оценка за отчёт по курсовому проекту. Устный опрос по курсовому проекту (8 семестр). Оценка на экзамене (8 семестр)

Раздел 6. Выбор теоретических и прикладных задач проектного исследования и связанных с ними тем проектов	<i>Знает:</i> - принципы, методы, требования, предъявляемые к технологическим проектам; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний. <i>Умеет:</i> - находить пути решения задач в области построения и моделирования технологических систем и специализированного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <i>Владеет:</i> - основами конструирования, моделирования и проектирования при выполнении проектов в своей профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр). оценка за доклад. Оценка за отчёт по курсовому проекту. Устный опрос по курсовому проекту (8 семестр). Оценка на экзамене (8 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 специалитета, 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 специалитета, 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
«Технологический проект»

основной образовательной программы
Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Давидхановой М.Г.

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (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 – получение 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 **6-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:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.4. Знает основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру; общие закономерности химических процессов; основные химические производства ОПК-4.5. Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии ОПК-4.8. Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства ОПК-4.9. Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе ОПК-4.14. Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов

В результате изучения дисциплины студент специалитета 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

Очная форма обучения

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	120	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 для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Химическая технология и химическое производство	15	6	-	-	9
1.1	Основные определения и положения	4	1	-	-	3
1.2	Химическое производство	5	2	-	-	3
1.3	Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве	6	3	-	-	3
2.	Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов	66	16	14	24	12
2.1	Основные определения и положения	12	3	2	4	3
2.2	Химические процессы	28	6	5	14	3
2.3	Химические реакторы	21	5	7	6	3
2.4	Промышленные химические реакторы	5	2	-	-	3
3.	Раздел 3. Химическое производство, как химико- технологическая система (ХТС)	27	6	12	-	9
3.1	Структура и описание химико- технологической системы	7	2	2	-	3
3.2	Анализ ХТС	10	2	5	-	3
3.3	Синтез ХТС	10	2	5	-	3
4.	Раздел 4. Промышленные химические производства	26	3	6	8	9
5.	Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии	10	1	-	-	9
	ИТОГО	144	32	32	32	48
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.3. 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 топохимической (модель "с не взаимодействующим 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.

Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Их сопоставление и использование в анализе ХТС.

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. Производство стирола.

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. Нанотехнология.

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-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.4. Знает основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру; общие закономерности химических процессов; основные химические производства			+	+	+
17		ОПК-4.5. Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	+	+			
18		ОПК-4.8. Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства	+	+	+	+	+
19		ОПК-4.9. Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе		+		+	
20		ОПК-4.14. Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы (очн. форма)	Часы, (заочн. форма)
1	2	Показатели химико-технологического процесса. Стехиометрические закономерности.	2	0,5
2	2	Показатели химико-технологического процесса. Термодинамические закономерности.	3	0,75
3	2	Показатели химико-технологического процесса. Кинетические закономерности.	3	0,75
4	2	Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения непрерывного действия (РИС-н)	4	1
5	2	Реакторы идеального смешения периодического действия (РИС-п). Адиабатический реактор идеального смешения	2	0,5
6	3	Каскад реакторов идеального смешения (к-РИС-н)	3	0,75
7	3	Разнородные ХТС. Последовательное и параллельное соединение РИС и РИС	2	0,5
8	3	Фракционный рецикл	3	0,75
9	3	Материальный баланс элемента ХТС без химического превращения	2	0,5
10	3	Материальный баланс элемента ХТС с химическим превращением	2	0,5
11	4	Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам	3	0,75
12	4	Материальный баланс ХТП	3	0,75

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 (очн. форма)	Часы (заочн. форма)
1	2	Моделирование изотермических процессов в реакторах и реакторных системах	8	2
2	2	Анализ процесса «газ-твёрдое» на примере обжига сульфида цинка	8	2
3	2	Окисление диоксида серы	8	2
4	4	Анализ химико-технологических систем – производство азотной кислоты	8	2

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

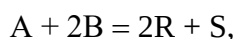
Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **40** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **20** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

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.

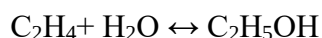
Раздел 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Определить степень превращения по компоненту В (x_B) 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 $0,026$ мин⁻¹, начальная концентрация вещества A равна 8 кмоль/м³, 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 $A \rightarrow R + Q_r$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 \exp\left(-\frac{20000}{RT}\right) \text{ мин}^{-1}$. 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 А 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 А 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, соединённых 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.

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: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$. 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 внешнедиффузионной 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 концепции 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 серноокислотного 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.
61. Производство стирола. Химическая и функциональная схемы.
62. Производство стирола. Физико-химические основы и технологическая схема дегидрирования этилбензола.
63. Производство стирола. Физико-химические основы и технологическая схема выделения стирола из продуктов дегидрирования.
64. Производство стирола. Физико-химическое обоснование и технологическая схема энерготехнологической системы.
65. Современные тенденции в развитии химической технологии. Перспективные источники сырья и энергии.
66. Современные тенденции в развитии химической технологии. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов.
67. Наилучшие доступные технологии.

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 **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**:

«Утверждаю» заведующий кафедрой ОХТ _____ В.Н. Грунский «__» _____ 2022 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Общей химической технологии
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Дисциплина: Общая химическая технология
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 специалитета / 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: 31.03.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Харлампи, Х. Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник / Х. Э. Харлампи. – 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: 31.03.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампи, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов; под редакцией Х.Э. Харлампи. – 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: 31.03.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Семенов Г.М., Вяткин Ю.Л., Давидханова М.Г., Ванчурин 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. Ванчурин 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. Ванчурин 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., Ванчурин 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. Ванчурин 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).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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.	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 ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	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; - 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. <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; - основные химические производства. <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 специалитета, 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 специалитета, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Общая химическая технология»**

**основной образовательной программы
Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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.

**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

протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Системы управления химико-технологическими процессами»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

руководителем подразделения: Грунский Владимир Николаевич

Кафедра общей химической технологии

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей химической технологии

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины Кафедра общей химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» относится к дисциплинам учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные в ходе изучения предшествующих дисциплин математической, естественно-научной, инженерной и профессиональной подготовки.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся систему знаний, умений и практических навыков в области: автоматическое управление и регулирование химико-технологических процессов, структура СУ ХТП и основные средства автоматизации.

Задачи дисциплины:

- изучить базовые понятия, методы и инструменты дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»;
- сформировать умение анализировать исходные данные, выбирать рациональные инженерные решения и обосновывать их;
- развить навыки выполнения расчетных, проектных, исследовательских или экспериментальных работ в рамках тематики дисциплины;
- сформировать готовность применять полученные знания при решении профессиональных задач проектирования, эксплуатации и модернизации технологических комплексов.

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» преподается в 9 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 и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении	ОПК-2.1 Знает теоретические основы математических, естественнонаучных, социально-экономических и инженерных дисциплин для решения инженерных задач в машиностроении ОПК-2.2 Умеет применять методы и современные средства математических, естественнонаучных, социально-экономических и инженерных дисциплин для решения инженерных задач в машиностроении ОПК-2.3 Владеет навыками и опытом применения методов и средств математических, естественнонаучных, социально-экономических и инженерных дисциплин для решения инженерных задач в машиностроении
ПК	ПК-2 Способен с использованием систем управления технологическими процессами обеспечивать надежную и безопасную эксплуатацию химико-технологических систем и устранять неисправности	ПК-2.1 Знает специальные технологические процессы и принципы управления ими в составе химико-технологических систем ПК-2.2 Умеет управлять химико-технологическими системами с использованием КИП и АСУТП ПК-2.3 Владеет подходами обеспечения надежности и безопасной эксплуатации химико-технологических систем

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия, методы, нормативные требования и профессиональную терминологию дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»;
- современные подходы к анализу, расчету, проектированию, моделированию и/или исследованию объектов профессиональной деятельности;
- требования к оформлению инженерных, исследовательских и технологических результатов, а также критерии оценки их качества.

Уметь:

- анализировать исходные данные и выявлять факторы, влияющие на выбор инженерного или исследовательского решения;
- применять методы расчетов, моделирования, проектирования, экспериментального исследования и обработки результатов применительно к тематике дисциплины;
- оформлять результаты работы в виде расчетов, схем, моделей, отчетов, технологических или проектных документов.

Владеть:

- методами решения профессиональных задач в рамках тематики дисциплины;
- навыками работы с нормативной, технической, научной и справочной информацией;
- практическими приемами обоснования, проверки и представления инженерных или исследовательских решений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,0	36	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)	0,67	24	18
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр.	Лекции	в т.ч. в форме пр.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр.	Сам. работа

			подг.		подг.		подг.		подг.	
1	Раздел 1. Основы управления химико-технологическими процессами	36	-	4	-	8	-	-	-	15
2	Раздел 2. Теория автоматического регулирования	36	-	4	-	8	-	-	-	15
3	Раздел 3. Технические средства систем управления	36	-	4	-	8	-	-	-	15
4	Раздел 4. Проектирование и эксплуатация СУ ХТП	36	-	4	-	8	-	-	-	15
	ИТОГО	144	-	16	-	32	-	-	-	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы управления химико-технологическими процессами

Объекты управления в химической технологии. Структура систем управления. Технологические параметры и управляющие воздействия. Показатели качества управления.

Раздел 2. Теория автоматического регулирования

Динамические характеристики объектов и звеньев. Типовые законы регулирования. Устойчивость и качество регулирования. Настройка регуляторов.

Раздел 3. Технические средства систем управления

Датчики, исполнительные механизмы, регулирующие органы, контроллеры, промышленные сети и интерфейсы. Надежность и безопасность СУ ХТП.

Раздел 4. Проектирование и эксплуатация СУ ХТП

Функциональные схемы автоматизации. Алгоритмы управления. Диагностика, устранение неисправностей, сопровождение и модернизация систем управления.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	Знать: основные понятия, методы, нормативные	+			+

	требования и профессиональную терминологию дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»;				
2	Знать: современные подходы к анализу, расчету, проектированию, моделированию и/или исследованию объектов профессиональной деятельности;	+			+
3	Знать: требования к оформлению инженерных, исследовательских и технологических результатов, а также критерии оценки их качества.	+			+
4	Уметь: анализировать исходные данные и выявлять факторы, влияющие на выбор инженерного или исследовательского решения;		+	+	
5	Уметь: применять методы расчетов, моделирования, проектирования, экспериментального исследования и обработки результатов применительно к тематике дисциплины;		+	+	
6	Уметь: оформлять результаты работы в виде расчетов, схем, моделей, отчетов, технологических или проектных документов.		+	+	
7	Владеть: методами решения профессиональных задач в рамках тематики			+	+

	дисциплины;					
8	Владеть: навыками работы с нормативной, технической, научной и справочной информацией;			+	+	
9	Владеть: практическими приемами обоснования, проверки и представления инженерных или исследовательских решений.			+	+	
№	Компетенция	Индикатор достижения	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении	ОПК-2.1 Знает теоретические основы математических, естественнонаучных, социально-экономических и общетехнических дисциплин для решения инженерных задач в машиностроении ОПК-2.2 Умеет применять методы и современные средства математических, естественнонаучных, социально-экономических и общетехнических дисциплин для решения инженерных задач в машиностроении ОПК-2.3 Владеет навыками и опытом применения методов и средств математических, естественнонаучных, социально-экономических и общетехнических дисциплин для решения инженерных задач в машиностроении	+	+	+	+
2	ПК-2 Способен с использованием систем управления технологическими процессами обеспечивать надежную и безопасную	ПК-2.1 Знает специальные технологические процессы и принципы управления ими в составе химико-технологических систем ПК-2.2 Умеет управлять	+	+	+	+

	эксплуатацию химико-технологических систем и устранять неисправности	химико-технологическими системами с использованием КИП и АСУТП ПК-2.3 Владеет подходами обеспечения надежности и безопасной эксплуатации химико-технологических систем				

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания составляет 20 баллов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по теме: Основы управления химико-технологическими процессами	8
2	2	Практическая работа по теме: Теория автоматического регулирования	8
3	3	Практическая работа по теме: Технические средства систем управления	8
4	4	Практическая работа по теме: Проектирование и эксплуатация СУ ХТП	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Системы управления химико-технологическими процессами» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- изучение лекционного материала по дисциплине;
- подготовку к итоговой аттестации по дисциплине;
- подготовку расчетных, аналитических, проектных или исследовательских заданий по разделам дисциплины.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины,

предусматривая регулярное повторение пройденного материала и работу с литературными источниками, представленными в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: экзамен.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

1. Раскройте содержание темы «Основы управления химико-технологическими процессами».
5. Какие методы и инструменты применяются при решении задач раздела «Основы управления химико-технологическими процессами»?
2. Раскройте содержание темы «Теория автоматического регулирования».
6. Какие методы и инструменты применяются при решении задач раздела «Теория автоматического регулирования»?
3. Раскройте содержание темы «Технические средства систем управления».
7. Какие методы и инструменты применяются при решении задач раздела «Технические средства систем управления»?
4. Раскройте содержание темы «Проектирование и эксплуатация СУ ХТП».
8. Какие методы и инструменты применяются при решении задач раздела «Проектирование и эксплуатация СУ ХТП»?

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр - экзамен).

1. Основные понятия раздела «Основы управления химико-технологическими процессами».
2. Методы и инструменты раздела «Основы управления химико-технологическими процессами».
3. Практическое значение раздела «Основы управления химико-технологическими процессами» для профессиональной деятельности.
4. Основные понятия раздела «Теория автоматического регулирования».
5. Методы и инструменты раздела «Теория автоматического регулирования».
6. Практическое значение раздела «Теория автоматического регулирования» для профессиональной деятельности.
7. Основные понятия раздела «Технические средства систем управления».
8. Методы и инструменты раздела «Технические средства систем управления».

9. Практическое значение раздела «Технические средства систем управления» для профессиональной деятельности.
10. Основные понятия раздела «Проектирование и эксплуатация СУ ХТП».
11. Методы и инструменты раздела «Проектирование и эксплуатация СУ ХТП».
12. Практическое значение раздела «Проектирование и эксплуатация СУ ХТП» для профессиональной деятельности.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамен.

Итоговый контроль по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет включает 2 вопроса.

Билет № 1

1. Основные понятия раздела «Основы управления химико-технологическими процессами».
2. Практическое применение методов раздела «Проектирование и эксплуатация СУ ХТП».

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

Рачков, М. Ю. Автоматизация производства : учебник для вузов / М. Ю. Рачков. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 182 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-16429-9. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru>.

Рогов, В. А. Технические средства автоматизации и управления : учебник для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 352 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-13892-4. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru>.

Б. Дополнительная литература

ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. - Москва : Стандартинформ, 2018. - 27 с.

ГОСТ Р 15.011-2022. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. - Москва : Российский институт стандартизации, 2022. - 36 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Электронно-библиотечная система РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru>.
- Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru>.
- Электронно-библиотечная система Лань: <https://e.lanbook.com>.
- Сервис для поиска по научным источникам Google Scholar: <https://scholar.google.com>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы университета, электронные библиотечные системы, учебно-методические материалы, нормативную, справочную и техническую документацию по тематике дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева. При освоении дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, офисное программное обеспечение, средства просмотра PDF-документов, интернет-браузеры, а также специализированное программное обеспечение в соответствии с тематикой дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционные и учебные аудитории, оснащенные учебной мебелью, доской, мультимедийным проектором, экраном и компьютером преподавателя. Для самостоятельной работы используется библиотека, имеющая рабочие места с доступом к базам данных и сети Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентационные материалы, технологические схемы, расчетные примеры, нормативные документы, образцы проектной и технологической документации, методические указания к практическим занятиям.

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

Компьютеры с доступом к сети Интернет, электронно-образовательной среде университета, лицензионному офисному программному обеспечению, программам просмотра и подготовки документации, а также специализированным программным средствам по тематике дисциплины.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебные пособия, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы, справочные и нормативные материалы по дисциплине.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard	Согласно договору поставки университета	по числу рабочих мест	бессрочная/по условиям договора
2	Операционная система Microsoft Windows	Согласно договору поставки университета	по числу рабочих мест	по условиям договора
3	Специализированное программное обеспечение по тематике дисциплины	Лицензионные соглашения университета	по числу рабочих мест	по условиям договора

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы управления химико-технологическими процессами	Знает основные понятия и методы раздела. Умеет применять изученные методы для решения профессиональных задач. Владеет навыками анализа, расчета, моделирования, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за контрольную работу и практическое задание. Оценка за экзамен.
Раздел 2. Теория автоматического регулирования	Знает основные понятия и методы раздела. Умеет применять изученные методы для решения профессиональных задач. Владеет навыками анализа, расчета, моделирования, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за контрольную работу и практическое задание. Оценка за экзамен.
Раздел 3. Технические средства систем управления	Знает основные понятия и методы раздела. Умеет применять изученные методы для решения профессиональных задач. Владеет навыками анализа, расчета, моделирования, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за контрольную работу и практическое задание. Оценка за экзамен.

Раздел 4. Проектирование эксплуатация СУ ХТП	и	Знает основные понятия и методы раздела. Умеет применять изученные методы для решения профессиональных задач. Владеет навыками анализа, расчета, моделирования, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за контрольную работу и практическое задание. 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 действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации, локальными нормативными актами РХТУ им. Д.И. Менделеева и методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья. При необходимости обеспечивается адаптация образовательных технологий, форм контроля, учебных материалов и условий проведения занятий.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Системы управления химико-технологическими процессами»**

основной образовательной программы

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Обзор индустрии нефтегазохимии и полимерных материалов»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена

к.т.н., доцентом кафедры технологии переработки пластмасс Н.В. Костроминой;

к.х.н., доцентом кафедры технологии переработки пластмасс Н.Н. Тихоновым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 4 семестра.

Дисциплина «Обзор индустрии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей и органической химии.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся комплекса знаний в области научных и промышленных основ современной нефтегазохимии, производства и переработки полимеров и полимерных композиционных материалов.

Задачи дисциплины:

- ознакомить обучающихся с предприятиями нефтегазохимии, производства и переработки полимеров и полимерных композиционных материалов, со специализированными цехами, имеющие функции производства, испытательными центрами качества продукции, отраслевыми научно-исследовательскими институтами;

- выработать практические навыки целеполагания для выстраивания траектории собственного профессионального роста.

Дисциплина «Обзор индустрии нефтегазохимии и полимерных материалов» преподается в 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:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса; ОПК-4.2 Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов; ОПК-4.3 Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- мировые и российские тренды в нефтегазохимической и полимерной технологиях;

- структуру рынка в нефтегазохимической и полимерной отраслях.

Уметь:

- выявлять и анализировать различные способы решения задач в рамках своей профессиональной направленности.

Владеть:

- навыками освоения промышленных технологий в области нефтегазохимии и полимерных материалов.

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:	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,42	15	11,25
Контактная самостоятельная работа	0,42	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15	11,25
Промежуточный контроль	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачёт 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	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Особенности поведения различных жидкостей при течении	36	12	16	-	16	12	-	-	4
1.1	Поведение различных жидкостей при течении. Кривая течения и кривая вязкости. Тиксотропия и реопексия. Работа тиксотропии	18	6	8	-	8	6	-	-	2
1.2	Особенности течения полимеров. Кривые течения полимеров. Аномалия вязкости.	18	6	8	-	8	6	-	-	2
2	Раздел 2. Зависимость вязкости от различных факторов	36	12	16		16	12			4
2.1	Зависимость вязкости от температуры и давления	18	6	8	-	8	6	-	-	2
2.2	Зависимость вязкости от молекулярной массы	18	6	8	-	8	6	-	-	2
	ИТОГО	72	24	32	-	32	24	-	-	8

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общая классификация технологий в нефтегазохимической и полимерной отраслях.

1.1. Особенности технологий в нефтегазохимической и полимерной отраслях.

Профессиональная компетентность. Требования к специальным способностям, личностным качествам, склонностям. Профессиональная пригодность. Профессиональный отбор. Требования, предъявляемые к специалисту в области нефтегазохимии, технологии производства изделий из полимерных композитов. Требования работодателей к рабочим кадрам в России, в странах Европы и мира. Понятие о профессиональных стандартах.

1.2. Современный этап развития нефтегазохимической и полимерной отрасли.

Состояние производства продуктов нефтегазохимии, полимеров и материалов на их основе. Классификация продукции по целевому (функциональному) назначению. Основные понятия и определения в области нефтегазохимии, полимеров и полимерных композиционных материалов. Номенклатура продукции нефтегазохимии, полимеров: получение, свойства, области применения.

Раздел 2. Цели и стратегии в нефтегазохимической и полимерной отраслях.

2.1. Анализ научной и патентной литературы

Понятие исследования, типы исследований. Проблема. Структурирование проблемы. Методология решения проблемы. Уровни постановки проблемы. Факторы исследования. Методологии исследования.

2.2. Новейшие разработки в области современной нефтегазохимии, производства и переработки полимеров и полимерных композиционных материалов.

Технологические способы получения продукции нефтегазохимии, полимерных композиционных материалов. Методы переработки полимерных композиционных материалов. Крупнотоннажная продукция. Малотоннажная продукция. Штучные изделия. Основы технологии нефтегазохимии, переработки дисперсионно-наполненных и армированных полимерных композиционных материалов. Инновационные разработки в области нефтегазохимии, технологии полимерных композиционных материалов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	Знать:			
1	- мировые и российские тренды в нефтегазохимической и полимерной технологиях		+	+
2	- структуру рынка в нефтегазохимической и полимерной отраслях		+	+
	Уметь:			
3	- выявлять и анализировать различные способы решения задач в рамках своей профессиональной направленности		+	+
	Владеть:			
4	- навыками освоения промышленных технологий в области нефтегазохимии и полимерных материалов		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
5	ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса	+	+
		ОПК-4.2 Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов	+	+
		ОПК-4.3 Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.		

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	Химическое и химико-технологическое производство, производство изделий из полимерных композиционных материалов.	2
2	1	Продукция нефтегазохимии. Полимерные материалы и изделия на их основе. Оборудование, технологические процессы и промышленные системы.	2
3	1	Признаки классификации предприятий нефтегазохимической отрасли.	2
4	1	Предприятия по переработке полимеров и композитов.	2
5	1	Назначение и функции предприятий. Отличительные особенности предприятий различных типов.	2
6	1	Характеристика ассортимента продукции, вырабатываемого на предприятиях различных типов.	2
7	1	Профессиональный стандарт: характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида деятельности.	2
8	1	Характеристика обобщенных трудовых функций, трудовые функции, трудовые действия, необходимые умения и знания.	2
9	2	Приемы работы с научно-технической литературой. Формы изложения полученных результатов.	2
10	2	Методы решения научно-технических проблем, рассмотрение перспектив развития нефтегазохимического и полимерного комплекса.	2
11	2	Основная нормативная и техническая литература. Использование нормативной и технической литературы в научно-исследовательской и проектной деятельности.	2
12	2	Использование патентов в научно-исследовательской и проектной деятельности.	2
13	2	Основные понятия и области нефтегазохимии и полимерных материалов. Особенности производства. Организационная структура нефтегазохимического и полимерного комплекса России.	2
14	2	Межотраслевые связи Инфраструктура нефтегазохимического и полимерного комплекса.	2
15	2	Современные проблемы и задачи в нефтегазохимии и полимерных материалов, пути их решения. Основные направления совершенствования нефтегазохимического и полимерного комплекса России.	2
16	2	Перспективы развития нефтегазохимического и полимерного комплекса.	2
	Итого		32

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Обзор индустрии нефтегазохимии и полимерных материалов» 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, 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 *зачёта с оценкой* (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 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 40 баллов) и доклада (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

1. Сырьё и готовая продукция нефтегазохимического комплекса, качество и себестоимость продукции.
2. Сырьё и готовая продукция полимерной отрасли, качество и себестоимость продукции.
3. Принципы создания ресурсосберегающих технологий.
4. Теоретические основы нефтегазохимического производства, основные направления развития технологий.
5. Теоретические основы производств переработки пластмасс и полимерных композитов, основные направления развития технологий.
6. Основные направления развития полимерной отрасли и технологии, понятие о химико-технологическом процессе.
7. Основные направления развития нефтегазохимической отрасли и технологии, понятие о химико-технологическом процессе.
8. Химическая наука и производство.
9. Использование химических и физических законов в будущей профессии
10. Подготовка сырья к переработке.
11. Аппаратурное оформление процессов синтеза.
12. Аппаратурное оформление процессов переработки полимеров и композитов.
13. Сырьевая и энергетическая базы нефтегазохимической отрасли.
14. Сырьевая и энергетическая базы производств переработки пластмасс и полимерных композитов.

15. Характеристика и классификация сырья. Вторичные материальные ресурсы.
16. Вторичные материальные ресурсы для химических технологий: классификация, виды. Классификация промышленных загрязнений атмосферы.
17. Источники промышленного загрязнения биосферы.
18. Выбор методов очистки промышленных выбросов.
19. Состав, свойства и классификация сточных вод.
20. Важнейшие источники загрязнения атмосферы.
21. Классификация и характеристика вредных выбросов в атмосферу.
22. Сточные воды и способы их очистки, обезвреживания и утилизации.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (4 семестр) составляет 20 баллов за каждую. На реферат отводится 20 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Основные понятия химической технологии, ее особенности, место в мировом промышленном производстве.
2. Основные этапы развития нефтегазохимии, производства полимерных композитов в России и мировой промышленности
3. Предмет химической технологии. Основные задачи химической технологии.
4. Виды и отрасли химической технологии.
5. Дайте определение понятия «технологический процесс». Из каких элементарных процессов он складывается?
6. Дайте определение понятия «технологическая схема производства».
7. По каким принципам классифицируются технологические схемы?
8. В чем заключается связь химической технологии с другими науками?
9. Перечислите научные принципы химической технологии.
10. Расскажите о современных проблемах в области химической технологии нефтегазохимии и переработки полимеров и полимерных композитов, путях их решения.

Вопрос 1.2.

1. Техническое знание: особенности возникновения и функционирования. Высокие технологии. Объекты техники, технические системы.
2. Технический прогресс, технологический прогресс.
3. Философия техники.
4. Деловые качества инженера. Мера ответственности инженера за результаты его деятельности.
5. Область профессиональной деятельности.
6. Объекты профессиональной деятельности выпускника.
7. Виды профессиональной деятельности.
8. Задачи профессиональной деятельности.
9. Изобретения и открытия, послужившие основой для расширения объемов производства в нефтегазохимии.
10. Изобретения и открытия, послужившие основой для расширения объемов производства полимерных композитов.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Разработка поисковой цепочки научно-технической информации: ключевые слова.
2. Организация патентного поиска.
3. Поиск научно-технической информации.
4. Правила оформления научно-исследовательского отчёта.
5. Основные понятия и определения машин и аппаратов производств нефтегазохимии.
6. Основные понятия и определения машин и аппаратов производств переработки пластмасс и полимерных композитов.
7. Классификация технологического оборудования по функционально-технологическому принципу.
8. Понятие о машинно-аппаратурных схемах производств.
9. Поточно-механизированные линии основных нефтегазохимических производств.
10. Поточно-механизированные линии основных производств переработки пластмасс и полимерных композитов.

Вопрос 2.2.

1. Что принято считать сырьем для производств нефтегазохимии и переработки полимеров и полимерных композитов? Что должно обеспечивать сырье для производств нефтегазохимии и переработки полимеров и полимерных композитов?
2. По каким признакам классифицируется сырье для производств нефтегазохимии и переработки полимеров и полимерных композитов?
3. Чем отличается природное сырье от искусственного сырья?
4. Какие материалы можно считать основными, а какие - вспомогательными?
5. Дайте определение понятиям: полупродукт, побочный продукт. Приведите примеры из известных производств.
6. Что такое качество сырья и качество продукции? В чем отличие?
7. Какие методы рационального использования сырья имеются на производствах нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов?
8. Какие процессы применяются для подготовки химического сырья к переработке?
9. Укажите основные направления использования воды на производствах нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов. Приведите примеры.
10. В чем заключается рациональное использование водных ресурсов на производствах нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр –зачёт с оценкой).

Билет для зачёта с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Дайте определение понятию «Научно-технический прогресс».
2. В чем заключается современная социальная роль инженерной деятельности? Какими признаками характеризуется сущность инженерного труда?
3. Какие функции предполагает структура инженерной деятельности?
4. Какие негативные тенденции отмечаются в развитии инженерной мысли в настоящее время?
5. Что является предметом профессиональной заботы инженерных работников в области нефтегазохимии?
6. Что является предметом профессиональной заботы инженерных работников в области полимерных материалов?
7. Как в современных условиях решается проблема повышения безопасности техносферы?

8. Сущность нефтегазохимии и технологии полимеров как отраслей материального производства.
9. Что входит в понятие нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов?
10. Для каких целей разрабатываются и осуществляются долгосрочные целевые программы?
11. Назовите направления, характеризующие производственно-экономическое значение нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов?
12. Перечислите основные современные проблемы в области нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов.
13. Назовите основные формы профессиональной подготовки кадров для работы в области нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов.
14. Дайте определение такой формы изложения результатов научной работы как реферат. Какие части должен содержать реферат? Перечислите основные требования к оформлению реферата.
15. Дайте определение такой формы изложения результатов научной работы как отчёт о НИР. Какие части должен содержать отчёт о НИР? Перечислите основные требования к оформлению отчёта о НИР.
16. С какими целями проводятся прикладные исследования?
17. С какими целями выполняются опытно-конструкторские разработки?
18. Для чего выполняются патентные исследования?
19. В чем выгода для страны от проведения собственных научных исследований?
20. В чем преимущества для страны наличия собственного научного потенциала?

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (4 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «Обзор индустрии нефтегазохимии и полимерных материалов» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёта с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачёта с оценкой**:

«Утверждаю» _____ зав. кафедры технологии переработки пластмасс И.Ю. Горбунова «__» _____ 202 <u>3</u> г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	кафедра технологии переработки пластмасс
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Обзор индустрии нефтегазохимии и полимерных материалов	
Билет № 1	
1. Дайте определение понятию «Научно-технический прогресс».	
2. Назовите направления, характеризующие производственно-экономическое значение нефтегазохимии, переработки полимеров и полимерных композитов?	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы: учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]; под редакцией М. Л. Кербера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 316 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-04915-2. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/444129> .

2. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 340 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01322-1. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450286>

Б. Дополнительная литература

1. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-4047-4. — — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130153>

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
 2. Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
 3. Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
 4. Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
 5. Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
 6. Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
 7. Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
 8. Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
 9. Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007
 10. Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996
- 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.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. 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.
7. 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).
8. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. 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 «Обзор индустрии» 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:

Презентации к лекциям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии синтеза и переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки

кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»- Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.

		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов

		для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearch	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf)	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access).	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials

			(The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
19	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	ИОР	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте ИОР из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
23	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf)	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор,	Не предусмотрен (бесплатное программное	не ограничено в соответствии с условиями лицензии	бессрочная в соответствии с условиями

	редактор презентаций) Libre Office	обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	Mozilla Public License, version 2.0	лицензии Mozilla Public License, version 2.0
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско- преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию

	(антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред			продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	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. Общая классификация технологий в нефтегазохимической и полимерной отраслях	<i>Знает:</i> - мировые и российские тренды в нефтегазохимической и полимерной технологиях; - структуру рынка в нефтегазохимической и полимерной отраслях <i>Умеет:</i> - выявлять и анализировать различные способы решения задач в рамках своей профессиональной направленности. <i>Владеет:</i> - навыками освоения промышленных технологий в области нефтегазохимии и полимерных материалов.	Оценка за контрольную работу №1 (4 семестр). оценка за реферат. Оценка на зачёте (4 семестр)
Раздел 2. Цели и стратегии в нефтегазохимической и полимерной отраслях	<i>Знает:</i> - мировые и российские тренды в нефтегазохимической и полимерной технологиях; - структуру рынка в нефтегазохимической и полимерной отраслях <i>Умеет:</i> - выявлять и анализировать различные способы решения задач в рамках своей профессиональной направленности. <i>Владеет:</i> - навыками освоения промышленных технологий в области нефтегазохимии и полимерных материалов.	Оценка за контрольную работу №2 (4 семестр). оценка за реферат. Оценка на зачёте (4 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 специалитета, 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 специалитета, 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
«Обзор индустрии нефтегазохимии и полимерных материалов»**

основной образовательной программы
Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Введение в химическую технологию»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 – «Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств»**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом кафедры химической технологии пластических масс И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств)** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ПИШ ХИМ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в 6 семестре.

Дисциплина **«Введение в химическую технологию»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии.

Цель дисциплины – формировать знания у обучающегося в области технологии получения органических веществ, раскрыть ее экономическую, экологическую значимость для России.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний в области переработки нефти и каменного угля;
- изучение некоторых технологий получения важных промежуточных продуктов и рассмотрение экологических аспектов производств.

Дисциплина **«Введение в химическую технологию»** преподается в 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:

ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производств:

ОПК-1.1. Знает современные тенденции развития науки и машиностроения и может оценить их влияние на инженерную деятельность;

ОПК-1.2. Умеет выявлять актуальные для современной науки и машиностроения тематики инженерных разработок;

ОПК-1.3. Владеет навыками планирования инженерной деятельности с учетом специфики машиностроительного производства.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- историю развития и основы химической технологии;
- экономическую значимость химических технологий.

Уметь:

- соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания;
- совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности.

Владеть:

- основными принципами стратегии органического синтеза;
- понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства органических веществ.

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:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)			
Лекции	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	1,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		43,6	32,7
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.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Исходные вещества для производства промежуточных продуктов	21	6	6	-	8
1.1	Продукты переработки нефти	7	2	2	-	4
1.2	Продукты переработки каменного угля	7	2	2	-	4
1.3	Меры предосторожности при работе с ароматическими углеводородами	7	2	2	-	-
2.	Раздел 2. Реакции, используемые для получения промежуточных продуктов	21	6	6	-	8
2.1	Реакции электрофильного замещения в ряду нафталина	7	2	2	-	4
2.2	Реакции нуклеофильного ароматического замещения	7	2	2	-	2
2.3	Применение радикальных реакций	7	2	2	-	2
3.	Раздел 3. Алкилирование	21	6	6	-	8
3.1	N-алкилирование	7	2	2	-	4
3.2	O-алкилирование	7	2	2	-	2
3.3	Меры предосторожности при проведении алкилирования	7	2	2	-	2
4.	Раздел 4. Ацилирование	21	7	7	-	8
4.1	N-ацилирование	7	2	2	-	4
4.2	O-ацилирование	7	2	2	-	2
4.3	Меры предосторожности при проведении ацилирования	7	3	3	-	2
5.	Раздел 5. Араминирование	24	7	7	-	12
5.1	Араминирование аминов	8	2	2	-	4
5.2	Араминирование гидроксисоединений	8	2	2	-	4
5.3	Араминирование в присутствии солей сернистой кислоты	8	3	3	-	4
	ИТОГО	108	32	32	-	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Исходные вещества для производства промежуточных продуктов

- 1.1. Выделение ароматических углеводородов из продуктов переработки нефти.
- 1.2. Выделение ароматических углеводородов из продуктов переработки каменного угля.
- 1.3. Меры предосторожности при работе с ароматическими углеводородами.

Раздел 2. Реакции, используемые для получения промежуточных продуктов.

- 2.1. Реакции электрофильного замещения в ряду нафталина.
- 2.2. Реакции нуклеофильного ароматического замещения.
- 2.3. Применение радикальных реакций.

Раздел 3. Алкилирование

- 3.1. Алкилирование ароматических аминов. Контроль в процессе N-алкилирования.
- 3.2. Алкилирование ароматических гидроксисоединений.
- 3.3. Меры предосторожности при алкилировании амино-, гидроксисоединений.

Раздел 4. Ацилирование

- 4.1. N-Ацилирование ароматических аминов.
- 4.2. O-Ацилирование ароматических гидроксисоединений.
- 4.3. Меры предосторожности при проведении процессов ацилирования.

Раздел 5. Араминиование

- 5.1. Восстановление ароматических соединений, содержащих нитрогруппу.
- 5.2. Восстановление соединений с группами, не содержащими азота.

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	историю развития и основы химической технологии	+	+	+	+	+
2	экономическую значимость химических технологий	+	+	+	+	+
	Уметь:					
6	соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания	+	+	+	+	+
7	совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
	Владеть:					
8	основными принципами стратегии органического синтеза	+	+	+	+	+
9	понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства органических веществ	+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные (ОПК) компетенции и индикаторы их достижения:

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
7	ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве:	ОПК-1.1. Знает современные тенденции развития науки и машиностроения и может оценить их влияние на инженерную деятельность;	+	+	+	+
		ОПК-1.2. Умеет выявлять актуальные для современной науки и машиностроения тематики инженерных разработок;	+	+	+	+
		ОПК-1.3. Владеет навыками планирования инженерной деятельности с учетом специфики машиностроительного производства.	+	+	+	+

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	Продукты переработки нефти. Способы и схемы выделения ароматических углеводородов из продуктов переработки нефти.	2
2	1	Продукты переработки каменного угля. Способы и схемы выделения ароматических углеводородов из продуктов переработки каменного угля	2
3	1	Меры предосторожности при получении, выделении и работе с ароматическими углеводородами.	2
4	2	Реакции сульфирования, нитрования в ряду нафталина	2
5	2	Реакции нуклеофильного замещения в ряду бензола. Реакция взаимодействия 2,4-динитрохлорбензола с метиламином	2
6	2	Арилирование ароматических соединений. Замена атома галогена в ароматическом соединении при облучении или повышенной температуре другими заместителями.	2
7	3	Общие сведения о реакции алкилирования. Реагенты реакции алкилирования. Контроль процесса протекания реакции N-алкилирования. Разделение смеси N-алкиламинов	2
8	3	Алкилирование ароматических гидроксисоединений. Реагенты и условия протекания реакции O-алкилирования	2
9	3	Меры предосторожности при алкилировании amino- и гидроксисоединений	2
10	4	Общие сведения о реакции ацилирования. Реагенты реакции N-ацилирования. Ацилирование аминсоединений с последующим гидролизом ацильной группы и без	2
11	4	O-ацилирование ароматических гидроксисоединений	2
12	4	Меры предосторожности при проведении процессов ацилирования	2
13	5	Реакция араминирования. Общие сведения. Араминирование аминов	2
14	5	Араминирование гидроксисоединений. Основные отличия от реакции араминирования аминов	2
15	5	Араминирование в присутствии солей сернистой кислоты. Меры предосторожности при проведении процессов араминирования	2
	Итого		32

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Введение в химическую технологию*» не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Введение в химическую технологию*» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 108 ч в 4 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 курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (4 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся 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 устных опроса. Максимальная оценка за устные опросы составляет по 30 баллов за каждый.

Раздел 1-3. Примеры вопросов к устному опросу № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Устный опрос содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1. – 1.3.

1. Что является ароматическим сырьем для производства синтетических ароматических продуктов.
2. Назовите и дайте характеристику методов получения основных видов ароматического сырья.
3. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с ароматическими веществами.
4. Приведите классификация общих методов получения синтетических ароматических соединений.
5. Процессы пиролиза и риформинга нефти. Какие особенности данных методов.
6. Приведите реакции взаимных превращения ароматических углеводородов.
7. Приведите блок-схему переработки каменного угля методом коксования.
8. Приведите 6 основных фракций ректификации каменноугольной смолы.
9. Приведите блок-схему переработки поглощительной фракции каменноугольной смолы.
10. Напишите особенности метода переработки «сырого» бензола.

Вопрос 2.1. – 2.3.

11. Приведите механизм реакции сульфирования нафталина.
12. Приведите механизм реакции нитрования нафталина.
13. Приведите механизм реакции нитрозирования нафталина.
14. Что такое кинетический изотопный эффект. Какие виды изотопного эффекта бывают.
15. Ориентация при ароматическом электрофильном замещении и ее закономерности в ряду нафталина.
16. Напишите основные факторы, влияющие на ароматическое электрофильное замещение.
17. Что такое конкурирующие реакции. Приведите примеры.
18. Особенности замещения и ориентации в антрахиноне и его замещенных.
19. Какие преимущественно продукты могут быть получены в результате реакции нуклеофильного ароматического замещения.
20. Приведите реакцию замещения атома хлора на фтор. Какие требования предъявляются к исходным ароматическим соединениям.
21. Напишите механизм реакции радикального замещения в ароматическом ряду.
22. Приведите основные закономерности реакций ароматического радикального замещения.
23. Приведите методы получения свободных радикалов.
24. Особенности реакции арилирования ароматических соединений.

Раздел 3-5. Примеры вопросов к устному опросу № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Устный опрос содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1. – 3.3.

25. К какому типу реакций относятся реакции алкилирования.
26. Какие соединения вступают в реакцию алкилирования. Приведите примеры.
27. Какие вещества используются в качестве алкилирующих агентов.

28. При каких условиях протекает реакция алкилирования аминов спиртами. Какую роль играет минеральная кислота.
29. Напишите уравнения реакции и приведите условия получения фенилглицина из анилина.
30. Какие соединения получают при взаимодействии анилина с окисью этилена при температуре 100 °С и выше 100 °С.
31. В чем особенность хлорирования аминов бензольного ряда.
32. Приведите методы разделения N-алкилированных аминов.
33. В каких случаях используются в качестве алкилирующих агентов сложные эфиры серной и ароматических сульфокислот.
34. Какова роль щелочных агентов при алкилировании галогеналканами.
35. Как проводят анализ смеси, содержащей аликилированные амины. Предложите схему анализа смеси, состоящей из N-этил и N,N-диэтиланилина.
36. Какова цель процесса аликилирования ароматических гидроксисоединений. В каких условиях протекает данная реакция и при использовании каких алкилирующих агентов.
37. Приведите способы очистки алкоксисоединений от непрорегировавшего гидроксисоединения.
38. Методы проведения процесса дезалкилирования алкилированного гидроксисоединения.
39. Напишите уравнение реакции получения фенилтиогликолевой кислоты из тиофенола.

Вопрос 4.1. – 4.3.

40. Какие соединения способны вступать в реакцию ацилирования.
41. Приведите механизм реакции ацилирования. Каким образом влияют заместители в ароматическом амине на скорость ацилирования амина.
42. Приведите механизм реакции ацилирования амина уксусным ангидридом. Какую роль играет минеральная кислота.
43. Приведите пример временного ацилирования амина, зачем это надо и как можно будет удалить ацильную группу.
44. Что такое азотолы. В результате взаимодействия каких соединений они получаются. Какие используются ацилирующие агенты в данном случае.
45. Почему в реакциях ацилирования ароматические сульфохлориды более реакционноспособны, чем сульфокислоты.
46. С какой целью вводится бензоильный остаток.

Вопрос 5.1. – 5.3.

47. К какому типу реакций относится реакция получения вторичных ароматических аминов.
48. Приведите способы получения дифениламина.
49. При каких условиях проводят реакцию получения вторичных аминов.
50. Приведите уравнение реакции получения Неозона А (1-(N-фениламино)нафталин) и технологические особенности протекания процесса.
51. При каких условиях получается перекислота.
52. В каких случаях удобнее применять процесс араминирования гидроксисоединений для получения вторичных аминов.
53. Приведите уравнение реакции получения диафена НН (N,N'-ди(нафтил-2)-п-фенилендиамин) и технологические особенности протекания процесса.
54. В каких случаях в процессе араминирования соединений нафталинового ряда применяются соли сернистой кислоты.
55. Напишите механизм реакции араминирования, протекающей в присутствии соли сернистой кислоты.
56. Приведите примеры важнейших ариламинопроизводных.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет с оценкой)

Формируются из вопросов текущего контроля, представленных в разделах 1-5. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет для зачета с оценкой содержит 2 вопроса: 1 и 2 вопросы - по 20 баллов каждый.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «**Введение в химическую технологию**» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по 5 разделам 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 *экзамена*:

«Утверждаю» И.о. Директором ПИШ ХИМ (Должность, название кафедры) _____ (Подпись) _____ (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Минобрнауки России Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева								
	ПИШ ХИМ 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств)								
	Введение в химическую технологию								
Билет № 1 1. Приведите блок-схему переработки каменного угля методом коксования. 2. Приведите уравнение реакции получения диафена НН (N,N'-ди(нафтил-2)-п-фенилендиамин) и технологические особенности протекания процесса. Оценка заданий: <table border="1" data-bbox="603 1621 1091 1733"> <tr> <td>№ задания</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Σ</td> </tr> <tr> <td>Оценка, балл</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>40</td> </tr> </table>		№ задания	1	2	Σ	Оценка, балл	20	20	40
№ задания	1	2	Σ						
Оценка, балл	20	20	40						

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Химия и технология ароматических соединений: учебн. пособие / В.Н. Лисицын. – М.: ДеЛи плюс, 2014. – 391с.

Б. Дополнительная литература

1. Основы химии и технологии ароматических соединений / М.В. Горелик, Л.С. Эфрос. – М.: Химия, 1992. – 640с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Chemistry of heterocyclic compounds» ISSN 0009-3122
- Журнал «Tetrahedron» ISSN 0040-4020
- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 56);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 56).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 18.04.2024).

– 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/fgosvpo/7/6/1> (дата обращения: . .2018).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2018 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/11047> (дата обращения: . .2018).

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.openet.ru> (дата обращения: . .2018).

– Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ict.edu.ru> (дата обращения: 31.08.2017).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: . .2018).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: . .2018).

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 01.01.2024 составляет 1727628 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.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	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.	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №0917 от 26.09.2016 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 45000-00 до 25.09.2017 г. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.
2.	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Договор с РФФИ –б/п (как грантодержатели) Письмо РФФИ № 779 от 16.09.2016 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. http://onlinelibrary.wiley.com/ до 31.12.2017 г.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

3.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Договор с РФФИ –б/п (как грантодержатели) Письмо РФФИ № 779 от 16.09.2016 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. http://link.springer.com/ до 31.12.2017 г.	Полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH
4.	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Договор с РФФИ –б/п (как грантодержатели) Письмо РФФИ № 779 от 16.09.2016 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. http://pubs.rsc.org/ до 31.12.2017 г.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

5.	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Реквизиты сублицензионного договора – ГПНТБ России, Договор № ACS /130 от 01.03.2017 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен до 31.12.2017 г.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Введение в химическую технологию*» проводятся в форме лекций, практических 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.

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

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: 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	Microsoft Office Professional Plus 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии 42931328	20	бессрочная
2	ISIS Draw	Бесплатная программа	-	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Исходные вещества для производства промежуточных продуктов	<i>Знает:</i> – историю развития и основы химической технологии; – экономическую значимость химических технологий. <i>Умеет:</i> – соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания; – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> – основными принципами стратегии органического синтеза; – понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства органических веществ.	Оценка за устный опрос Оценка за <i>зачет с оценкой</i>
Раздел 2. Реакции, используемые для получения промежуточных продуктов	<i>Знает:</i> – историю развития и основы химической технологии; – экономическую значимость химических технологий. <i>Умеет:</i> – соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания; – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> – основными принципами стратегии органического синтеза; – понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства органических веществ.	Оценка за устный опрос Оценка за <i>зачет с оценкой</i>

Раздел 3. Алкилирование	<i>Знает:</i> – историю развития и основы химической технологии; – экономическую значимость химических технологий. <i>Умеет:</i> – соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания; – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> – основными принципами стратегии органического синтеза; – понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства органических веществ.	Оценка за устный опрос Оценка за <i>зачет с оценкой</i>
Раздел 4. Ацилирование	<i>Знает:</i> – историю развития и основы химической технологии; – экономическую значимость химических технологий. <i>Умеет:</i> – соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания; – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> – основными принципами стратегии органического синтеза; – понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства органических веществ.	Оценка за устный опрос Оценка за <i>зачет с оценкой</i>
Раздел 5. Араминирование	<i>Знает:</i> – историю развития и основы химической технологии; – экономическую значимость химических технологий. <i>Умеет:</i> – соотносить современные достижения химической технологии с общей методологией естествознания; – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень в профессиональной деятельности.	Оценка за устный опрос Оценка за <i>зачет с оценкой</i>

	<i>Владеет:</i> – основными принципами стратегии органического синтеза; – понятиями об основных научно-технических проблемах и перспективах развития производства 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 – программам специалитета, 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 специалитета, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Введение в химическую технологию»

основной образовательной программы

Специальность: 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 – «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств»

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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Электротехника и промышленная электроника»**

**Специальность
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

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. Беляевой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов
химической технологии

«__» __ 202_ г., протокол №__

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) подготовки специалистов по 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, 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 вариативной части (обязательные дисциплины) 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 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» при подготовке бакалавров по направлению 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов 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-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих	УК-2.1. Знает правила и условия при выполнении конструкторской документации проекта. УК-2.6. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	

Профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	ПК-1.3. Владеет навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом.

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:

- методами автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- навыками практической работы с электрической аппаратурой и электронными устройствами.

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	0,4	16	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа (СР)	1,67	60	45
Контрольные работы	0,56	20	15
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
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	45	5	10	30
1.1	Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей	11	1	-	10
1.2	Электрические измерения и приборы	17	2	5	10
1.3	Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока	17	2	5	10
2	Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины.	37	5	12	20
2.1	Трансформаторы	19	3	6	10
2.2	Асинхронные машины	18	2	6	10
3	Раздел 3. Основы электроники	25	5	10	10
3.1	Элементная база современных электронных устройств	13	3	5	5
3.2	Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов	12	2	5	5
4	Зачет с оценкой				
	Всего часов	108	16	32	60

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 приемников. 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 ТРЕБОВАНИЯМ 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 универсальные компетенции и индикаторы их достижения:					
8	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 правила и условности при выполнении конструкторской документации проекта.	+	+	
		УК-2.6. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
9	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать	ПК-1.3. Владеет навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом.	+	+	+

	технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.				

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.

№ п.п.	Темы лабораторных занятий	Раздел
1	Неразветвлённые и разветвлённые электрические цепи синусоидального тока с активно-реактивными сопротивлениями. Резонанс напряжений и токов.	1
2	Трёхфазные электрические цепи при соединении потребителей электроэнергии звездой и треугольником.	1
3	Однофазный трансформатор.	2
4	Трёхфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором.	2
5	Выпрямительные устройства.	3
6	Транзисторы и их применение в усилителях.	3

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» предусмотрена самостоятельная работа в объеме 60 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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ

КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточный рейтинговый контроль по курсу «Электротехника и промышленная электроника» складывается из оценки четырёх контрольных работ, каждая работа оценивается максимум 5 баллов (максимальная общая оценка 20 баллов) и оценки за лабораторный практикум: 1, 2 лабораторная работа оцениваются максимум 8 баллов каждая; 3 - 6 лабораторная работа оцениваются максимум 6 баллов каждая (максимальная общая оценка за лабораторный практикум 40 баллов).

Ответы на вопросы зачетного билета и решение 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 билетов с тремя теоретическими вопросами и одной задачи.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

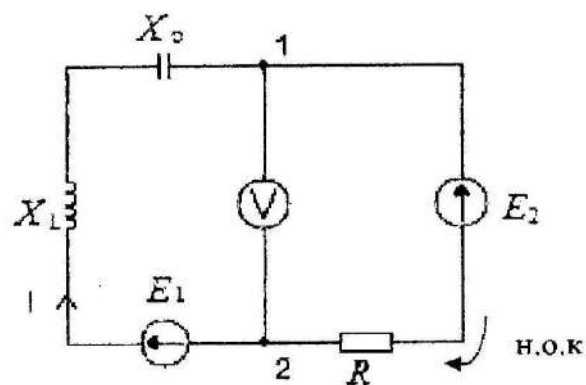
Студенты самостоятельно выполняют четыре контрольные работы на темы:

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.

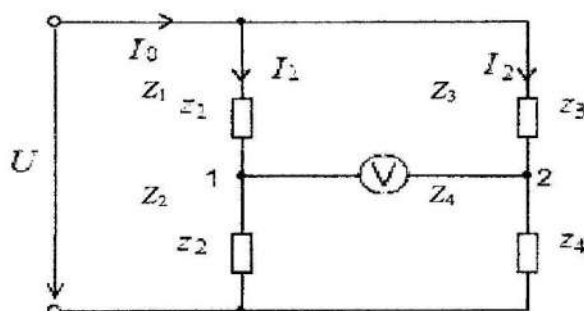
Найти: комплексное значение тока $\underline{I}$, его действующее значение I ; показание вольтметра, включённого между точками 1 и 2; полную комплексную мощность $\underline{S}$, активную мощность P и реактивную мощность Q .



Вариант контрольной работы № 2

Дано: $\underline{U} = 100 \text{ В}$; $\underline{Z}_1 = 0 + jX_L = j6 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = R + j0 = 8 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = R + j0 = 6 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_4 = 0 - jX_L = -j8 \text{ (Ом)}$.

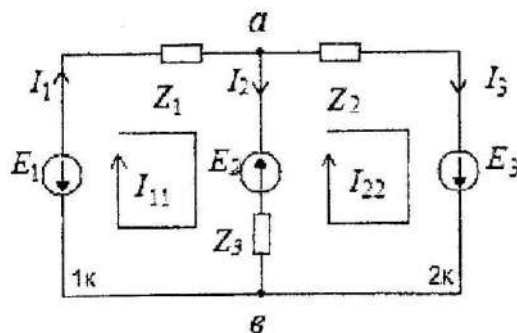
Найти: комплексные значения токов $\underline{I}_0$, $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$ и их действующие значения I_0 , I_1 , I_2 , показание вольтметра, включённого между точками 1 и 2, полную комплексную мощность $\underline{S}$, активную мощность P и реактивную мощность Q .



Вариант контрольной работы №3

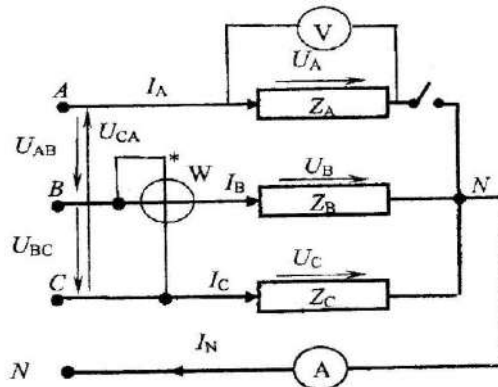
Дано: $\underline{E}_1 = 6 + j6 \text{ (В)}$; $\underline{E}_2 = -6 - j6 \text{ (В)}$; $\underline{E}_3 = 8 + j6 \text{ (В)}$; $\underline{Z}_1 = 1 + j \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = -j \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = 0 \text{ (Ом)}$.

Найти: токи в ветвях $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$, $\underline{I}_3$.



Вариант контрольной работы №4

Найти: показания приборов, включённых в электрическую цепь, и строить векторную диаграмму токов и напряжений.



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:

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 - 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.

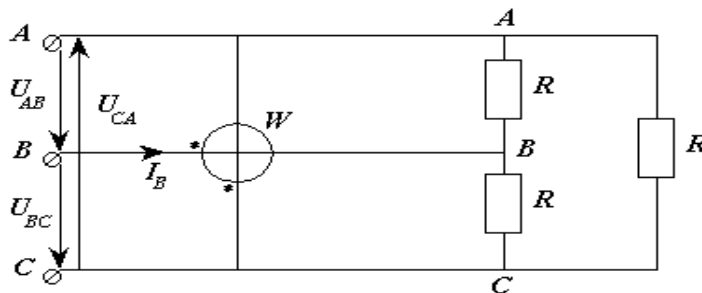
8.3. Структура и пример зачетных билетов

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 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
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
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. 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 студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru>.

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.

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

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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 работи 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 с программным обеспечением для расчета электрических и электронных цепей.

11.2. Учебно-наглядные пособия.

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для 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 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	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.	Контрольная работа №1. Контрольные работы №2. Лабораторная работа №1. Лабораторная работа №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.	Контрольная работа №3. Контрольные работы №4. Лабораторная работа №3. Лабораторная работа №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.	Лабораторная работа №5. Лабораторная работа №6. Оценка на зачете.

	Владеет навыками работы с электронным оборудованием.	

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
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Процессы и аппараты химической технологии»**

**Специальность
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов**

Квалификация инженер

Москва 2024

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

«__» _____ 202__ г., протокол №__

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для специалитета 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, 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 базовой 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 общетехническую подготовку химиков-технологов, 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 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.
	УК-1.4. Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности.
	УК-2.10. Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.

оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.3. Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом.
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и 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-8.4. Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте применительно к сфере своей профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.6. Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач. ОПК-2.7. Умеет решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности. ОПК-2.8. Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач.
ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров	ОПК-4.1. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. ОПК-4.2. Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов.

технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	ОПК-4.3. Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей. ОПК-4.7. Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. ОПК-4.12. Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.

Профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. ПК-1.3. Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.
ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой.
ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.
ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под	ПК-4.3. Владеет современными методами обработки данных.

руководством) документы патентованию, оформлению ноу-хау.	к	

В результате изучения дисциплины студент специалитета 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.

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;

- навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;

- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.

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	12	432	6	216	6	216
Контактная работа - аудиторные занятия	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	0,9	32
Самостоятельная работа	6,4	232	3,2	116	3,2	116
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,4	232	3,2	116	3,2	116
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	12	324	6	162	6	162
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	0,9	24
Самостоятельная работа	6,4	174	3,2	87	3,2	87
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,4	174	3,2	87	3,2	87
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	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии	88	16	16	56
1.1	Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.	10	2	2	6
1.2	Основы теории переноса.	12	4	2	6
1.3	Гидростатика.	10	2	2	6
1.4	Гидродинамика.	20	4	4	12
1.5	Перемещение жидкостей.	36	4	6	26
2	Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии	88	16	16	56
2.1	Основные понятия и определения в теплопередаче.	14	2	2	10
2.2	Перенос энергии в форме теплоты.	28	10	6	12
2.3	Теплопередача в поверхностных теплообменниках.	46	4	8	34
3	Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).	130	24	24	82
3.1	Основные понятия и определения в массопередаче.	10	2	2	6
3.2	Механизмы переноса массы.	12	4	2	6
3.3	Фазовое равновесие.	14	2	4	8

3.4	Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.	32	6	6	20
3.5	Абсорбция.	28	4	4	20
3.6	Дистилляция. Ректификация.	34	6	6	22
4	Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).	54	8	8	38
4.1	Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.	12	2	2	8
4.2	Осаждение.	12	2	2	8
4.3	Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдоожиженные слои.	16	2	2	12
4.4	Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей.	14	2	2	10
	ИТОГО	360	64	64	232
	Экзамен	72			
	ИТОГО	432			

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 Мэрффи. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрффи. 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 псевдоожиженных (кипящих) слоев. Область применения псевдоожижения. Основные характеристики псевдоожиженного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдоожижения и свободного витания, высоты псевдоожиженного слоя. Однородное и неоднородное псевдоожижение. Особенности псевдоожижения полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

4.4. Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Фильтрование при постоянной скорости фильтрования. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрования. 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.		+	+	+	
	Уметь:					
3	– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;		+	+	+	+
4	– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.			+	+	+
	Владеть:					
5	– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;		+	+	+	+
6	– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;		+	+	+	+
7	– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
8	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.	+	+	+	+
		УК-1.4. Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи.	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
9	ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.6. Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.	+	+	+	+
		ОПК-2.7. Умеет решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.	+	+	+	+
		ОПК-2.8. Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач.	+	+	+	+
10	ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	ОПК-4.1. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.	+	+		+
		ОПК-4.2. Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов.	+	+	+	+
		ОПК-4.3. Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.	+	+	+	+
		ОПК-4.7. Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.	+	+	+	+

		ОПК-4.12. Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.	+	+	+	+
11	ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	+	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	+	+	+	+
12	ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой.	+	+	+	+
13	ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты.	+	+	+	+
14	ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (подруководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	ПК-4.3. Владеет современными методами обработки данных.	+	+	+	+

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 псевдоожижение.	2
31	4	Фильтрация. Элементы расчета фильтровальных аппаратов.	2

6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторный практикум по дисциплине не предусмотрен.

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;
- 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.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение домашних заданий, контрольных работ и итогового контроля в форме устного экзамена.

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 монтажу 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 (ΔP) (0,5 балла);
- 4) избыточное давление в монтажу, 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/см² (0,5 балла);
- 6) диаметр ректификационной колонны, если колонна заполнена внавал кольцами Рашига размером 25×25×3 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°C . Всасывающий трубопровод имеет диаметр $20 \times 2,5 \text{ мм}$ и длину 5 м, нагнетательный трубопровод диаметр $14 \times 3 \text{ мм}$ 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 25х2 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 (5семестр – экзамен, 6 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за **экзамен (5семестр)** – 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 монтажу, 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 неустановившегося 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 смесительного 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 Мэрффри.
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 колонные. 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 псевдоожиженном 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 пылеосадительных 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 (5 и 6 семестры).

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 конструкциям 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 (V семестр) раздел 1, раздел 2

«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>
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
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 (VI 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>
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
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 дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

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 компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

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. <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 определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	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	<i>Знает:</i> – основы теории переноса тепла; принципы физического моделирования процессов; основы теории теплопередачи;	Оценка за домашнюю работу (5 семестр).

технологии.	типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов. <i>Умеет:</i> – определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов 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 определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	Оценка за контрольную работу № 2 (5 семестр). Оценка за экзамен (5 семестр).
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. <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;	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).

	– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности; – методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	
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. <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 определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	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
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
 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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Создание систем КИП/АСУТП»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

доцентом кафедры ХТПЭиУМ, к.т.н., Шишановым М.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **ПИШ ХИМ** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Создание систем КИП/АСУТП»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: системы управления химико-технологическими процессами (программа специалитета), процессы и аппараты химической технологии (программа специалитета), химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов.

Цель дисциплины – дать специальные знания и навыки по способам контрольного измерения и автоматизации типовых процессов для химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов.

Задачи дисциплины:

- развить представление об основных этапах разработки систем автоматизации промышленных объектов в технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;
- изучить типовые подходы к реализации контуров измерения и сигнализации основных технологических параметров, автоматического управления и регулирования;
- развить понимание технологических процессов, осуществляющихся в объектах (аппаратах, установках, комплексах) химической промышленности природных энергоносителей и углеродных материалов;
- развить умение строить новые системы автоматизации промышленных объектов (аппаратов, установок, комплексов).

Дисциплина **«Создание систем КИП/АСУТП»** преподается в 8 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) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении	ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; теоретические основы химии, принципы строения вещества, способы получения и химические свойства соединений, основные механизмы протекания химических реакций; основные законы физической химии, основные законы термодинамики поверхностных явлений, свойства дисперсных систем, методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа; физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики; теоретические и практические основы сопротивления материалов; ОПК-2.2 Умеет соотносить прикладные

		инженерные задачи с фундаментальными научными основами и понимает научную природу процессов; ОПК-2.3 Владеет навыками практического применения теоретических знаний и может генерировать на их основе новые инженерные решения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство; Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-	ПК-2 Способен с использованием систем управления технологическими процессами обеспечивать надежную и безопасную эксплуатацию химико-технологических систем и устранять неисправности	ПК-2.1 Знает специальные технологических процессы и принципы управления ими в составе химико-технологических систем;	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы
			ПК-2.2 Умеет управлять химико-технологическими системами с использованием КИП и АСУТП;	

	технологического производства).		ПК-2.3 Владеет подходами обеспечения надежности и обеспечивает на практике безопасную эксплуатацию химико-технологических систем, устраняет неисправности.	выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров
- основные типы контрольно-измерительных приборов, используемых при автоматизации производств переработки твердых природных энергоносителей и получения углеродных материалов,
- основные модели ПЛК (программируемый логический контроллер) и в чем их отличия, основные SCADA-системы (программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления), представленные на отечественном рынке.

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:

- правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов,
- методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов
- методами теории автоматического регулирования, организации и расчета систем оптимального управления машинами и оборудованием производства высокотемпературных функциональных материалов.

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:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	14
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,67	24	18
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	0,67	23,6	17,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		0,4	0,3
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	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. Работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. Работа
1.	Раздел 1. Основные понятия и особенности управления химико-технологическими процессами	18	-	4	-	8	-		-	6
2.	Раздел 2. Основы теории автоматического управления	18	-	4	-	8	-		-	6
3.	Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса	18	-	4	-	8	-		-	6
4.	Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами	18		4		8				6
	ИТОГО	72	-	16	-	32	-		-	24

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и особенности управления химико-технологическими процессами

Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Основные термины и определения. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

Раздел 2. Основы теории автоматического управления

Математические модели САУ. Динамические характеристики 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. Регуляторы на основе искусственных нейронных сетей. Цифровые и робастные системы управления. 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. 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. Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, pH. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчет 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 технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров	+	+		
2	– основные типы контрольно-измерительных приборов, используемых при автоматизации производств переработки твердых природных энергоносителей и получения углеродных материалов		+		
3	– основные модели ПЛК (программируемый логический контроллер) и в чем их отличия, основные SCADA-системы (программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления), представленные на отечественном рынке			+	+
	Уметь:				
4	– определять основные статические и динамические характеристики объектов управления			+	+
5	– выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса		+	+	
6	– оценивать устойчивость САУ	+			
7	– выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП			+	+
	Владеть:				

8	– правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов	+			
9	– методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов	+	+		+
10	– методами теории автоматического регулирования, организации и расчета систем оптимального управления машинами и оборудованием производства высокотемпературных функциональных материалов	+		+	

11	ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении	ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; теоретические основы химии, принципы строения вещества, способы получения и химические свойства соединений, основные механизмы протекания химических реакций; основные законы физической химии, основные законы термодинамики поверхностных явлений, свойства дисперсных систем, методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа; физические основы механики, физики колебаний и зву-	+	+	+	+

		ОПК-2.2 Умеет соотносить прикладные инженерные задачи с фундаментальными научными основами и понимает научную природу процессов;				
		ОПК-2.3 Владеет навыками практического применения теоретических знаний и может генерировать на их основе новые инженерные решения.	+	+	+	+
12	ПК-2 Способен с использованием систем управления технологическими процессами обеспечивать надежную и безопасную эксплуатацию химико-технологических систем и устранять неисправности	ПК-2.1 Знает специальные технологические процессы и принципы управления ими в составе химико-технологических систем;	+	+	+	+

		ПК-2.2 Умеет управлять химико- технологическими системами с использованием КИП и АСУТП;	+	+	+	+
		ПК-2.3 Владеет подходами обеспечения надежности и обеспечивает на практике безопасную эксплуатацию химико- технологических систем, устраняет неисправности.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по курсу: «Создание систем КИП/АСУТП» учебным планом не предусмотрены.

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Создание систем КИП/АСУТП»*.

Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания составляет **20** баллов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Основные принципы управления химическими процессами. Классификация систем управления. Исследование цифровых систем автоматического регулирования	8
2	2	Методы определения свойств объектов управления. Исследование позиционных систем автоматического регулирования	8
3	3	Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ. Изучение работы сигнализатора уровня	8
4	4	Особенности управления ХТП. Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, pH. Изучение микропроцессорных регулирующих контроллеров	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу: «Создание систем КИП/АСУТП» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- изучение лекционного материала по дисциплине;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (8 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).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Назовите пять основных уровней автоматизированной информационной системы промышленного предприятия.
2. Что такой ПЛК или PLC?

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант №1.

1. Назовите основные элементы структуры системы управления химико-технологическими процессами.
2. Какие операции включает автоматизированная работа любой системы СУХП?
- 3.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.
1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Основные задачи и понятия автоматизации.
2. Анализ тепловых аппаратов как объектов управления.
3. Классификация автоматических регуляторов, их особенности.
4. Позиционное регулирование.
5. Типовые законы непрерывного регулирования.
6. Параметры настройки регуляторов.
7. Структура микропроцессорного контроллера (МПК).
8. Структура центрального блока управления МПК.
9. Модули ввода МПК.
10. Модули вывода МПК.
11. Языки программирования МПК.
12. АСУТП. Назначение. Функции, виды обеспечения.
13. АСУТП. Иерархическая структура
14. Интерфейсы и протоколы в системах автоматизации.
15. Электромагнитные исполнительные устройства. Принцип действия. Управление и диагностика.
16. Исполнительные механизмы электродвигательного типа. Функциональная схема.
17. Регулирующие органы, их характеристики.

18. Типовая схема регулирования температуры.
19. Типовая схема регулирования давления.
20. Типовая схема регулирования расхода.
21. Порядок выбора регуляторов.
22. Устройства отображения информации в системах автоматизации.
23. Частотные характеристики типовых звеньев регуляторов.
24. Методы контроля влажности воздуха.
25. Алгоритм управления. Формы отображения.
26. Функциональные схемы автоматизации. Принцип построения.
27. Параметрическая информационная схема объекта управления.
28. Структурная схема системы автоматического регулирования теплового объекта.
29. Переходные характеристики объектов управления.
30. Оценка экономической эффективности автоматизации.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (8 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Создание систем КИП/АСУТП» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ (Подпись) _____ (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	ПИШ ХИМ
	Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
Создание систем КИП/АСУТП	
Билет № 1 1. Программируемые-логические контроллеры в системах управления химико-технологическими процессами. 2. Модули ввода-вывода для построения систем автоматизированного управления.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский, А.А.Клюев. Под ред. А.С.Клюева. -2-е изд., перераб. и доп.-Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1990г.-М.: Альянс, 2015-464с.:ил.
2. Жила, В.А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения: учебник / В.А.Жила-М.: ИНФРА-М, 2009-238с
3. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие для студ. сред. проф. образ./ В.Ю. Шишмарев -4еизд.стер.-М.: издательство центр Академия, 2008,-252с.
4. Андреев, Е.Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: учеб. Пособие для вузов/ Е.Б.Андреев, В.Е.Попадью-М.: ООО Недра Бизнесцентр,2008-454с.: ил.
5. Гвоздева, В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем: учебник для студентов СПО / В.А.Гвоздева. -М.: ИД ФОРУМ; ИНФРА-М,2007-320с.: ил.
6. Сосин, О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для студ. вузов/ О.М. Сосин. - М.: Издательский центр «Академия», 2007-240с.
7. Андреев, Е.Б. Технические средства систем управления технологическими процессами нефтяной и газовой промышленности: учебное пособие / Е.Б.Андреев, В.Е.Попадью- М.: ФГУП изд-во Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005-270с.

Б. Дополнительная литература

1. Рогов, В. А. Технические средства автоматизации и управления / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. — 2-е изд., испр. И доп. —Москва: Издательство Юрайт, 2019 — 352 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09807-5. — Текст:электронный//ЭБС Юрайт[сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438434> (дата обращения: 01.07.2023).
2. Рачков, М. Ю. Автоматизация производства / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. И доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019 — 180 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10314-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/442507> (дата обращения: 01.07.2023).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- 1.
2. Библиографические базы данных по общественным наукам - ИНИОН (<http://www.inion.ru>);
3. Поисковая система Scirus (<http://www.scirus.com>);
4. Каталог научных журналов - DOAJ (Directory of Open Access Journals) (<http://www.doaj.org>);
5. Сервис для поиска по научным источникам — Google Scholar (<http://scholar.google.com>);
6. поиска в научных журналах крупнейших издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и. т. д., а также в открытых базах данных. - ScienceResearch.com (<http://www.scienceresearch.com>);
7. SciVerse (<http://www.hub.sciverse.com/action/home>);
8. База данных (БД) ВИНТИ РАН - <http://www2.viniti.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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: 24.04.2023).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 24.04.2023).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 24.04.2023).
- Электронно-образовательная среда <http://eios.muctr.ru>
- Платформа для обучения <http://zoom.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 01.01.2024 составляет 1 719 785 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 «Создание систем КИП/АСУТП» проводятся в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Кафедра имеет в своем распоряжении два кабинета вместимостью не более 15 чел., используемых как лекционные аудитории. Лекционные кабинеты кафедры оснащены медиа-техникой: ноутбук HP, медиа-проектор BENQ, экран.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Интерактивность дисциплины обеспечивается наличием макетов средств автоматизации, стандартов ЕСКД, технологических схем, лабораторных стендов.

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

При изучении дисциплины используются компьютерное и видеопроекторное оборудование, лицензионное программное обеспечение Microsoft Office, Adobe Reader, Adobe Acrobat, Internet браузеры (Internet Explorer, Google Chrome).

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лабораторных занятий дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standart 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.2010, Акт № Тг048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии 42931328	210	бессрочная
2.	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счёт № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2024 г.
3.	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счёт № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2024 г.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные понятия и особенности управления химико-технологическими процессами	<i>Знает:</i> – основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров. <i>Умеет:</i> – оценивать устойчивость САУ. <i>Владеет:</i> – правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов; – методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов; – методами теории автоматического регулирования, организации и расчета систем оптимального управления машинами и оборудованием производства высокотемпературных функциональных материалов.	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)
Раздел 2. Основы теории автоматического управления	<i>Знает:</i> – основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров; – основные типы контрольно-измерительных приборов,	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)

	используемых при автоматизации производств переработки твердых природных энергоносителей и получения углеродных материалов. <i>Умеет:</i> – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса. <i>Владеет:</i> – методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	
Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса	<i>Знает:</i> – основные модели ПЛК (программируемый логический контроллер) и в чем их отличия, основные SCADA-системы (программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления), представленные на отечественном рынке. <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 расчета систем оптимального управления машинами и оборудованием производства высокотемпературных функциональных материалов.	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)
Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами	<i>Знает:</i> – основные модели ПЛК (программируемый логический контроллер) и в чем их отличия, основные SCADA-системы (программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки,	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)

	отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления), представленные на отечественном рынке. <i>Умеет:</i> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП. <i>Владеет:</i> – методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	

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
«Создание систем КИП/АСУТП»**

основной образовательной программы

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств**

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Сопротивление материалов»**

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: д.ф.-м.н., профессором В.М. Аристовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования.

«___» _____ 20__ г., протокол № ____.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» разработана в соответствии с образовательной программой специалитета по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), реализуемой в ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся базовых знаний о напряженно-деформированном состоянии элементов конструкций и навыков выполнения типовых расчетов прочности, жесткости и устойчивости деталей и узлов технологических машин.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся устойчивое понимание основных понятий, методов и ограничений предметной области;
- научить применять изучаемые методы для решения типовых учебных инженерных, расчетных, лабораторных или графических задач;
- развить способность аргументировать выбранный способ решения, оценивать корректность исходных данных и интерпретировать полученные результаты;
- обеспечить связь изучаемого материала с последующими инженерными, проектными и практико-ориентированными дисциплинами образовательной программы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы и изучается в 2 семестре. Форма промежуточной аттестации - экзамен.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания и навыки, полученные при изучении следующих дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, инженерная и компьютерная графика.

Результаты освоения дисциплины используются при последующем изучении дисциплин и выполнении видов учебной деятельности: детали машин и основы конструирования, конструирование и расчет элементов оборудования, вычислительная механика, проектные дисциплины.

Дисциплина имеет прикладную направленность: обучающиеся выполняют типовые задания, ориентированные на закрепление инженерного мышления, умение работать с исходными данными, нормативными и справочными материалами, а

также на подготовку к выполнению проектных и исследовательских задач в старших семестрах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	Зачетные единицы	Форма контроля
Общая трудоемкость дисциплины	144	2	4	экзамен
Контактная работа обучающихся с преподавателем	80	2		
в том числе лекции	32	2		
лабораторные занятия	16	2		
практические занятия	32	2		
Самостоятельная работа обучающихся	28	2		
Контроль	36	2		

Суммарная трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часов. Распределение часов соответствует учебному плану: лекции - 32 ч, лабораторные занятия - 16 ч, практические занятия - 32 ч, самостоятельная работа - 28 ч, контроль - 36 ч.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Лек., ч	Лаб., ч	Пр., ч	СР, ч	Контр., ч	Итого, ч
1	Основные понятия сопротивления материалов	8	4	8	7	0	27
2	Растяжение, сжатие, сдвиг и кручение	8	4	8	7	0	27
3	Изгиб балок	8	4	8	7	0	27
4	Сложное сопротивление, устойчивость и прочность элементов	8	4	8	7	36	63
	Итого	32	16	32	28	36	144

Раздел 1. Основные понятия сопротивления материалов

Внешние и внутренние силы, метод сечений, напряжения и деформации, гипотезы расчета, механические характеристики материалов.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета,

расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 2. Растяжение, сжатие, сдвиг и кручение

Продольные деформации, закон Гука, расчет стержней; сдвиговые напряжения; кручение валов круглого сечения; условия прочности и жесткости.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 3. Изгиб балок

Поперечная сила и изгибающий момент, построение эпюр, нормальные и касательные напряжения при изгибе, перемещения балок, условия прочности и жесткости.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 4. Сложное сопротивление, устойчивость и прочность элементов

Сочетание нагрузок, теории прочности, внецентренное растяжение-сжатие, устойчивость сжатых стержней, основы расчета элементов оборудования.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

№	Тема занятия	Вид занятия	Часы	Форма текущего контроля
1	Основные понятия сопротивления материалов	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
2	Растяжение, сжатие, сдвиг и кручение	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
3	Изгиб балок	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
4	Сложное сопротивление, устойчивость и прочность элементов	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
5	Определение модуля упругости при растяжении	лабораторная работа	4	Выполнение эксперимента, обработка результатов, оформление отчета
6	Испытание образца на растяжение и анализ диаграммы деформирования	лабораторная работа	4	Выполнение эксперимента, обработка результатов, оформление отчета
7	Исследование деформаций балки при изгибе	лабораторная работа	4	Выполнение эксперимента, обработка результатов, оформление отчета
8	Определение характеристик кручения круглого стержня	лабораторная работа	4	Выполнение эксперимента, обработка результатов, оформление отчета
9	Расчет стержней на растяжение и сжатие	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
10	Построение эпюр продольных сил, поперечных сил и изгибающих моментов	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
11	Расчет круглого вала на кручение	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
12	Определение напряжений при плоском изгибе	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
13	Определение прогибов балок простейшими методами	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
14	Расчет элемента при сложном	практическое	4	Решение учебной

	напряженном состоянии	занятие		инженерной задачи, обсуждение результата
15	Проверка устойчивости сжатого стержня	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
16	Контрольный расчет элемента технологического оборудования	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата

6. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование занятия	Часы	Форма отчетности
1	Определение модуля упругости при растяжении	4	лабораторный отчет, защита работы
2	Испытание образца на растяжение и анализ диаграммы деформирования	4	лабораторный отчет, защита работы
3	Исследование деформаций балки при изгибе	4	лабораторный отчет, защита работы
4	Определение характеристик кручения круглого стержня	4	лабораторный отчет, защита работы
5	Расчет стержней на растяжение и сжатие	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
6	Построение эпюр продольных сил, поперечных сил и изгибающих моментов	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
7	Расчет круглого вала на кручение	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
8	Определение напряжений при плоском изгибе	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
9	Определение прогибов балок простейшими методами	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
10	Расчет элемента при сложном напряженном состоянии	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
11	Проверка устойчивости сжатого стержня	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
12	Контрольный расчет элемента технологического оборудования	4	расчетное/графическое задание, устный опрос

Тематика занятий может уточняться преподавателем с учетом доступности оборудования, программных средств, особенностей учебной группы и необходимости согласования заданий с проектной тематикой образовательной программы. При этом суммарная трудоемкость и форма контроля сохраняются в соответствии с учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

№	Вид самостоятельной работы	Часы	Форма контроля

1	Проработка лекционного материала, терминов и основных расчетных зависимостей	9	конспект, устный опрос
2	Работа с учебной, справочной, нормативной и научно-технической литературой	8	обсуждение, ответы на вопросы
3	Выполнение расчетных, лабораторных, графических или аналитических заданий	7	проверка отчета или задания
4	Подготовка к промежуточной аттестации, систематизация материалов	4	зачет/зачет с оценкой/экзамен
	Итого	28	

Самостоятельная работа направлена на закрепление материала аудиторных занятий и подготовку обучающихся к аргументированному представлению результатов. При выполнении заданий обучающийся должен фиксировать исходные данные, выбранные допущения, последовательность решения, результаты и выводы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Общие положения

Оценочные материалы предназначены для проверки достижения планируемых результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Текущий контроль осуществляется в течение семестра по результатам выполнения практических, лабораторных, расчетных, графических, проектных и самостоятельных заданий.

Вид контроля	Форма проведения	Критерии оценивания
Текущий контроль	устный опрос; проверка отчетов; контроль выполнения заданий	корректность решения, понимание метода, аккуратность оформления, самостоятельность выводов
Рубежный контроль	контрольные вопросы, проверочная работа или защита этапа задания	полнота ответа, обоснованность выбора метода, способность объяснить ограничения результата
Промежуточная аттестация	экзамен	системность знаний, умение решать типовые задачи, корректность терминологии, связь ответа с практическим применением

8.2. Планируемые результаты обучения и оценочные средства

Индикатор	Знать	Уметь	Владеть	Оценочные средства
ОПК-2.1	основные математические и естественно-научные понятия, применяемые при	соотносить расчетную постановку с фундаментальными законами механики,	навыками применения базовых теоретических положений при выполнении учебных	устный опрос, практическое задание, защита отчета

	решении типовых инженерных задач дисциплины	физики и математики	инженерных расчетов	
ОПК-2.2	связь прикладных инженерных задач с фундаментальными моделями и допущениями	формулировать исходные данные, выбирать расчетную схему и оценивать корректность результата	навыками проверки размерностей, допущений и физического смысла полученного решения	устный опрос, практическое задание, защита отчета
ОПК-2.3	типовые методы получения расчетных результатов и области их применимости	использовать теоретические знания для решения стандартных задач дисциплины	начальными навыками обоснования простых инженерных решений на основе расчетов	устный опрос, практическое задание, защита отчета

8.3. Примерные вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Метод сечений и внутренние силовые факторы.
2. Напряжение и деформация: физический смысл.
3. Закон Гука и модуль упругости.
4. Условия прочности при растяжении и сжатии.
5. Кручение круглого вала.
6. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
7. Нормальные напряжения при изгибе.
8. Прогибы балок и условия жесткости.
9. Теории прочности и область их применения.
10. Устойчивость сжатых стержней.

8.4. Примерные практико-ориентированные задания

1. Построить эпюру внутренних силовых факторов для балки с заданными нагрузками.
2. Определить диаметр вала из условия прочности при кручении.
3. Рассчитать нормальные напряжения в опасном сечении балки.
4. Проверить устойчивость сжатого стержня по заданным исходным данным.

8.5. Критерии оценивания

Оценка	Критерии
Отлично	обучающийся полно раскрывает теоретические положения, корректно решает задачу, аргументирует допущения и выводы, уверенно использует терминологию дисциплины
Хорошо	обучающийся в целом правильно раскрывает вопрос и решает задачу, допускает отдельные неточности, не искажающие сути решения
Удовлетворительно	обучающийся демонстрирует базовое понимание материала, решает типовую задачу с подсказками или с отдельными ошибками, сохраняющими общий ход решения
Неудовлетворительно	обучающийся не демонстрирует понимания ключевых положений, не может выполнить типовую задачу или допускает существенные ошибки

При выставлении итоговой оценки учитываются результаты текущей работы в семестре, своевременность и полнота выполнения заданий, качество защиты отчетов, уровень самостоятельности, корректность применения методов и способность обучающегося объяснить полученные результаты.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Основная литература

1. Сопротивление материалов : учебник для вузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. - Москва : Юрайт, 2024. - 655 с. - Текст : электронный.
2. Сопротивление материалов : учебник / В. И. Феодосьев. - 19-е изд., стер. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. - 543 с. - Текст : непосредственный.
3. Механика материалов и конструкций : учебное пособие / А. А. Ильющин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 312 с. - Текст : электронный.

9.2. Дополнительная литература, периодические издания и профессиональные информационные ресурсы

1. Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал. - Москва : Машиностроение. - ISSN 0042-4633. - Периодичность: ежемесячно. - Тематика: технологии машиностроения, конструирование, надежность и эксплуатация машин.
2. Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал. - Москва : Наука. - ISSN 1028-6861. - Периодичность: 12 выпусков в год. - Тематика: испытания материалов, методы контроля, диагностика и качество.

3. Коррозия: материалы, защита : научно-технический журнал. - Москва : Наука и технологии. - ISSN 1813-7016. - Тематика: коррозия материалов, защитные покрытия, электрохимические методы защиты.
4. Химическая промышленность сегодня : научно-технический журнал. - Москва. - ISSN 0023-110X. - Тематика: химическая технология, оборудование, материалы, промышленные процессы.
5. Стандарты и качество : научно-технический и практический журнал. - Москва : РИА «Стандарты и качество». - ISSN 0038-9692. - Тематика: стандартизация, управление качеством, подтверждение соответствия.

9.3. Электронные образовательные и справочные ресурсы

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д. И. Менделеева.
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Образовательная платформа «Юрайт».
4. Национальная электронная библиотека.
5. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и открытые информационные ресурсы по нормативной документации.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При реализации дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, офисные приложения для подготовки отчетов и презентаций, электронные таблицы для выполнения расчетов и обработки данных, средства поиска учебной и нормативно-технической информации. При необходимости применяются учебные версии расчетных, графических, CAD/CAE или специализированных программных средств, доступных в компьютерных классах университета.

Конкретный перечень программных средств уточняется преподавателем исходя из целей занятия, доступности программного обеспечения и требований к выполнению задания. Использование специализированного программного обеспечения не подменяет проверку физического смысла результатов, корректности исходных данных и соответствия выводов учебной постановке задачи.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид помещения / ресурса	Назначение	Оснащение
Учебная аудитория	проведение лекционных и практических занятий, обсуждение результатов	мультимедийное оборудование, доска, доступ к учебным материалам
Компьютерный класс	выполнение расчетных, графических и аналитических заданий	персональные компьютеры, офисное и учебное программное обеспечение
Учебная лаборатория / специализированный кабинет	проведение лабораторных и демонстрационных занятий при наличии в плане	лабораторные стенды, образцы, измерительные средства, средства индивидуальной защиты
Библиотечно-информационные ресурсы	самостоятельная работа, подготовка отчетов и аттестации	учебная и справочная литература, ЭБС, каталоги, нормативные документы

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ

При изучении дисциплины рекомендуется систематически прорабатывать материалы лекций, выполнять задания в установленные сроки, фиксировать исходные данные, допущения, расчетные зависимости и выводы. Особое внимание следует уделять проверке размерностей, корректности графических построений, сопоставлению результатов с физическим смыслом и ограничениям применяемых моделей.

При подготовке отчетов следует соблюдать требования к структуре и оформлению: цель работы, исходные данные, краткое описание метода, ход решения или эксперимента, результаты, выводы и список использованных источников. В случае работы с оборудованием или лабораторными образцами необходимо соблюдать требования охраны труда и указания преподавателя.

Подготовка к промежуточной аттестации должна включать повторение основных понятий, решение типовых задач, анализ выполненных работ и самостоятельное формулирование ответов на контрольные вопросы. Оценка формируется не только по итоговому ответу, но и по качеству учебной работы в течение семестра.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Детали машин и основы конструирования»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой инженерного проектирования технологического оборудования, д.ф.-м.н., профессором В.М. Аристовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» относится к обязательной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Детали машин и основы конструирования» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Детали машин и основы конструирования» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» реализуется в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-9 Способен подготавливать технические задания и участвовать в расчетах и проектировании машин, оборудования, деталей и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.1 Знает основные подходы и этапы проектирования технологических машин и комплексов, деталей и узлов машиностроительных конструкций. ОПК-9.2 Умеет выполнять расчеты основных параметров деталей машин и элементов технологического оборудования. ОПК-9.3 Владеет навыками инженерных расчетов, выбора стандартных элементов и представления результатов в форме технической документации.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «основные понятия и критерии работоспособности деталей машин»
- типовые методы и подходы по теме «механические передачи и элементы приводов технологических машин»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «валы, оси, подшипники, муфты и соединения»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,97	35	26,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин	27	-	8	-	8	-	-	-	8
2	Раздел 2. Механические передачи и элементы приводов технологических машин	27	-	8	-	8	-	-	-	8
3	Раздел 3. Валы, оси, подшипники, муфты и соединения	27	-	8	-	8	-	-	-	8
4	Раздел 4. Основы конструирования узлов машин и оформление расчетной документации	27	-	8	-	8	-	-	-	11
ИТОГО		108	-	32	-	32	-	-	-	35

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Механические передачи и элементы приводов технологических машин

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Валы, оси, подшипники, муфты и соединения

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Основы конструирования узлов машин и оформление расчетной документации

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «основные понятия и критерии работоспособности деталей машин»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «механические передачи и элементы приводов технологических машин»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «валы, оси, подшипники, муфты и соединения»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-9 Способен подготавливать технические задания и участвовать в расчетах и проектировании машин, оборудования, деталей и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.1 Знает основные подходы и этапы проектирования технологических машин и комплексов, деталей и узлов машиностроительных конструкций.	+	+	+	+

2	ОПК-9 Способен подготавливать технические задания и участвовать в расчетах и проектировании машин, оборудования, деталей и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.2 Умеет выполнять расчеты основных параметров деталей машин и элементов технологического оборудования.	+	+	+	+
3	ОПК-9 Способен подготавливать технические задания и участвовать в расчетах и проектировании машин, оборудования, деталей и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.3 Владеет навыками инженерных расчетов, выбора стандартных элементов и представления результатов в форме технической документации.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Детали машин и основы конструирования». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Механические передачи и элементы приводов технологических машин»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Валы, оси, подшипники, муфты и соединения»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
4	4	Практическая работа по разделу «Основы конструирования узлов машин и оформление расчетной документации»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Детали машин и основы конструирования» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет с оценкой. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин».

2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Механические передачи и элементы приводов технологических машин».

2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр - зачет с оценкой).

1. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

2. Механические передачи и элементы приводов технологических машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

3. Валы, оси, подшипники, муфты и соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

4. Основы конструирования узлов машин и оформление расчетной документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

5. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

6. Механические передачи и элементы приводов технологических машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

7. Валы, оси, подшипники, муфты и соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8. Основы конструирования узлов машин и оформление расчетной документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

9. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

10. Механические передачи и элементы приводов технологических машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

11. Валы, оси, подшипники, муфты и соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

- [illegible]

29. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

30. Механические передачи и элементы приводов технологических машин: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Детали машин и основы конструирования
1.	Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин: основные понятия и назначение.
2.	Механические передачи и элементы приводов технологических машин: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Детали машин и основы конструирования: учебник для вузов / под ред. В. А. Иванова. — Москва: Юрайт, 2024. — 414 с. — ISBN 978-5-534-15252-4.

2. Расчет и конструирование деталей машин: учебное пособие / А. Н. Ерохин. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 332 с. — ISBN 978-5-507-45418-6.

3. Основы проектирования машин: учебное пособие. — Москва: Инфра-М, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-16-017284-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.

2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.

3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.
5. База данных ВИНИТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.
6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные понятия и критерии работоспособности деталей машин	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (3 семестр).
Раздел 2. Механические передачи и элементы приводов технологических машин	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (3 семестр).
Раздел 3. Валы, оси, подшипники, муфты и соединения	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (3 семестр).
Раздел 4. Основы конструирования узлов машин и оформление расчетной документации	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (3 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Детали машин и основы конструирования»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология конструкционных материалов»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

директором Передовой инженерной школы химического инжиниринга и машиностроения, к.х.н., доцентом И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ПИШ ХИМ

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Технология конструкционных материалов» относится к обязательной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Технология конструкционных материалов» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Технология конструкционных материалов» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Технология конструкционных материалов» реализуется в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-7 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины	ОПК-7.1 Знает основные показатели технологичности, свойства конструкционных материалов и методы получения заготовок. ОПК-7.2 Умеет выбирать рациональные материалы и технологические способы получения заготовок для типовых изделий. ОПК-7.3 Владеет начальными навыками анализа технологичности и причин дефектов, возникающих при изготовлении изделий.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий»
- типовые методы и подходы по теме «получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,42	51	38,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий	27	-	4	-	8	-	-	-	12
2	Раздел 2. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии	27	-	4	-	8	-	-	-	12
3	Раздел 3. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов	27	-	4	-	8	-	-	-	12
4	Раздел 4. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности	27	-	4	-	8	-	-	-	15
ИТОГО		108	-	16	-	32	-	-	-	51

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и

подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-7 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины	ОПК-7.1 Знает основные показатели технологичности, свойства конструкционных	+	+	+	+

		материалов и методы получения заготовок.				
2	ОПК-7 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины	ОПК-7.2 Умеет выбирать рациональные материалы и технологические способы получения заготовок для типовых изделий.	+	+	+	+
3	ОПК-7 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины	ОПК-7.3 Владеет начальными навыками анализа технологичности и причин дефектов, возникающих при изготовлении изделий.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Технология конструкционных материалов». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
4	4	Практическая работа по разделу «Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Технология конструкционных материалов» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет с оценкой. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр - зачет с оценкой).

1. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
8. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
9. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

10. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
11. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
12. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
13. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
14. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
15. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
16. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
17. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
18. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
19. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
20. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
21. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
22. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
23. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

24. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «Технология конструкционных материалов» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Технология конструкционных материалов
1.	Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий: основные понятия и назначение.
2.	Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. — Москва: Юрайт, 2024. — 384 с. — ISBN 978-5-534-11930-5.
2. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 452 с. — ISBN 978-5-507-47018-6.
3. Современные конструкционные материалы: учебное пособие. — Москва: Инфра-М, 2022. — 276 с. — ISBN 978-5-16-017835-6.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.
5. База данных ВИНИТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.
6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.

– Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Технология конструкционных материалов» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Свойства конструкционных материалов и требования к материалам изделий	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (3 семестр).
Раздел 2. Получение заготовок: литье, обработка давлением, сварка и порошковые технологии	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (3 семестр).
Раздел 3. Термическая и химико-термическая обработка конструкционных материалов	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (3 семестр).
Раздел 4. Выбор материала и технологии изготовления детали с учетом технологичности	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (3 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Технология конструкционных материалов»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология машиностроения»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой инженерного проектирования технологического оборудования, д.ф.-м.н., профессором В.М. Аристовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Технология машиностроения» относится к обязательной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Технология машиностроения» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Технология машиностроения» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Технология машиностроения» реализуется в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-9 Способен участвовать в проектировании технологических процессов и подготовке технологической документации	ОПК-9.1 Знает этапы разработки технологических процессов изготовления деталей машин. ОПК-9.2 Умеет назначать последовательность операций, базы, припуски и режимы обработки для типовых деталей. ОПК-9.3 Владеет навыками оформления маршрутных и операционных решений в рамках учебных технологических задач.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «производственный и технологический процессы в машиностроении»
- типовые методы и подходы по теме «базирование, точность, припуски и качество поверхностей»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «разработка маршрутного и операционного технологического процесса»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,42	51	38,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Производственный и технологический процессы в машиностроении	27	-	4	-	8	-	-	-	12
2	Раздел 2. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей	27	-	4	-	8	-	-	-	12
3	Раздел 3. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса	27	-	4	-	8	-	-	-	12
4	Раздел 4. Технологичность деталей и оформление технологической документации	27	-	4	-	8	-	-	-	15
ИТОГО		108	-	16	-	32	-	-	-	51

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Производственный и технологический процессы в машиностроении

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Технологичность деталей и оформление технологической документации

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «производственный и технологический процессы в машиностроении»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «базирование, точность, припуски и качество поверхностей»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «разработка маршрутного и операционного технологического процесса»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-9 Способен участвовать в проектировании технологических процессов и подготовке технологической документации	ОПК-9.1 Знает этапы разработки технологических процессов изготовления деталей машин.	+	+	+	+
2	ОПК-9 Способен участвовать в проектировании технологических	ОПК-9.2 Умеет назначать последовательность операций, базы, припуски и режимы обработки для типовых деталей.	+	+	+	+

	процессов и подготовке технологической документации					
3	ОПК-9 Способен участвовать в проектировании технологических процессов и подготовке технологической документации	ОПК-9.3 Владеет навыками оформления маршрутных и операционных решений в рамках учебных технологических задач.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Технология машиностроения». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Производственный и технологический процессы в машиностроении»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Базирование, точность, припуски и качество поверхностей»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Разработка маршрутного и операционного технологического процесса»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
4	4	Практическая работа по разделу «Технологичность деталей и оформление технологической документации»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Технология машиностроения» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (4 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет с оценкой. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Производственный и технологический процессы в машиностроении».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Базирование, точность, припуски и качество поверхностей».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр - зачет с оценкой).

1. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
8. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
9. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
10. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
11. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
12. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
13. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
14. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

15. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
16. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
17. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
18. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
19. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
20. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
21. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
22. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
23. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
24. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Разработка маршрутного и операционного технологического процесса: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Технологичность деталей и оформление технологической документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «Технология машиностроения» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Технология машиностроения
1.	Производственный и технологический процессы в машиностроении: основные понятия и назначение.
2.	Базирование, точность, припуски и качество поверхностей: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология машиностроения: учебник для вузов / А. А. Маталин. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 512 с. — ISBN 978-5-507-45420-9.
2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 299 с. — ISBN 978-5-534-15033-9.
3. Резание материалов, станки и инструменты: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-507-44190-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.

5. База данных ВИНТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.

6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Технология машиностроения» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Производственный и технологический процессы в машиностроении	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (4 семестр).
Раздел 2. Базирование, точность, припуски и качество поверхностей	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (4 семестр).
Раздел 3. Разработка маршрутного и операционного	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными	Оценка за практическую/контрольную работу №3;

технологического процесса	навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	оценка за итоговый контроль (4 семестр).
Раздел 4. Технологичность деталей и оформление технологической документации	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (4 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Технология машиностроения»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Конструирование и расчет элементов оборудования»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой инженерного проектирования технологического оборудования, д.ф.-м.н., профессором В.М. Аристовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Конструирование и расчет элементов оборудования» относится к обязательной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Конструирование и расчет элементов оборудования» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Конструирование и расчет элементов оборудования» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Конструирование и расчет элементов оборудования» реализуется в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-9 Способен принимать участие в расчетах и проектировании оборудования и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.1 Знает основные подходы к расчету элементов аппаратов и технологического оборудования. ОПК-9.2 Умеет выполнять проверочные и проектные расчеты типовых элементов оборудования. ОПК-9.3 Владеет навыками использования расчетных зависимостей и нормативных требований при оформлении проектных решений.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «основные элементы химического и технологического оборудования»
- типовые методы и подходы по теме «расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	108,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33,0
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,0	36	27,0
Вид итогового контроля:	экзамен; курсовой проект		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекц ии	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работ ы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работ а
1	Раздел 1. Основные элементы химического и технологического оборудования	36	-	8	-	8	-	-	-	11
2	Раздел 2. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор	36	-	8	-	8	-	-	-	11
3	Раздел 3. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением	36	-	8	-	8	-	-	-	11
4	Раздел 4. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования	36	-	8	-	8	-	-	-	11
ИТОГО		144	-	32	-	32	-	-	-	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные элементы химического и технологического оборудования

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и

подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4		
Знать							
1	основные понятия и термины по теме «основные элементы химического и технологического оборудования»	+	+		+		
2	типовые методы и подходы по теме «расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор»		+	+	+		
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+		
Уметь							
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением»		+	+	+		
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+		
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+		
Владеть							
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+		
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+		
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+		
№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-9 Способен принимать участие в расчетах и проектировании оборудования и узлов машиностроительных	ОПК-9.1 Знает основные подходы к расчету элементов аппаратов и технологического оборудования.		+	+	+	+

	конструкций					
2	ОПК-9 Способен принимать участие в расчетах и проектировании оборудования и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.2 Умеет выполнять проверочные и проектные расчеты типовых элементов оборудования.	+	+	+	+
3	ОПК-9 Способен принимать участие в расчетах и проектировании оборудования и узлов машиностроительных конструкций	ОПК-9.3 Владеет навыками использования расчетных зависимостей и нормативных требований при оформлении проектных решений.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Основные элементы химического и технологического оборудования»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
4	4	Практическая работа по разделу «Курсовое проектирование элемента технологического оборудования»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Конструирование и расчет элементов оборудования» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (4 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: экзамен. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Основные элементы химического и технологического оборудования».

2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор».

2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр - экзамен).

1. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

2. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

3. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

4. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

5. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

6. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

7. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

9. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

10. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

11. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

12. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

13. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

14. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
15. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
16. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
17. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
18. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
19. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
20. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
21. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
22. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
23. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
24. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Курсовое проектирование элемента технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамен.

Экзамен по дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам

рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Конструирование и расчет элементов оборудования
1.	Основные элементы химического и технологического оборудования: основные понятия и назначение.
2.	Расчет прочности и устойчивости оболочек, днищ, фланцев и опор: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Инженерная деятельность и проектирование: учебник для вузов / под ред. В. В. Трофимова. — Москва: Юрайт, 2024. — 356 с. — ISBN 978-5-534-16874-7.
2. Основы инженерного проектирования: учебное пособие / Н. В. Носов. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-507-47210-4.
3. Цифровые технологии в инженерной деятельности: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 286 с. — ISBN 978-5-534-17012-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.
5. База данных ВИНТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.
6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные элементы химического и технологического оборудования	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (4 семестр).
Раздел 2. Расчет прочности и устойчивости оболочек,	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными	Оценка за практическую/контрольную работу №2;

днищ, фланцев и опор	навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	оценка за итоговый контроль (4 семестр).
Раздел 3. Нормативные требования к расчету аппаратов, работающих под давлением	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (4 семестр).
Раздел 4. Курсовое проектирование элементов технологического оборудования	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (4 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Конструирование и расчет элементов оборудования»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы технического регулирования и управления качеством»**

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: д.т.н., профессором Т.А. Ваграмяном.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии.

«___» _____ 20__ г., протокол № ____.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Основы технического регулирования и управления качеством» разработана в соответствии с образовательной программой специалитета по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), реализуемой в ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Целью освоения дисциплины является формирование базовых представлений о системе технического регулирования, стандартизации, подтверждения соответствия и управлении качеством продукции, процессов и оборудования в машиностроительном производстве.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся устойчивое понимание основных понятий, методов и ограничений предметной области;
- научить применять изучаемые методы для решения типовых учебных инженерных, расчетных, лабораторных или графических задач;
- развить способность аргументировать выбранный способ решения, оценивать корректность исходных данных и интерпретировать полученные результаты;
- обеспечить связь изучаемого материала с последующими инженерными, проектными и практико-ориентированными дисциплинами образовательной программы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы и изучается в 6 семестре. Форма промежуточной аттестации - зачет.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания и навыки, полученные при изучении следующих дисциплин: материаловедение, технология конструкционных материалов, основы экономики и управления производством, правоведение.

Результаты освоения дисциплины используются при последующем изучении дисциплин и выполнении видов учебной деятельности: технология машиностроения, конструкторские и технологические проекты, производственные практики, выпускная квалификационная работа.

Дисциплина имеет прикладную направленность: обучающиеся выполняют типовые задания, ориентированные на закрепление инженерного мышления, умение

работать с исходными данными, нормативными и справочными материалами, а также на подготовку к выполнению проектных и исследовательских задач в старших семестрах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	Зачетные единицы	Форма контроля
Общая трудоемкость дисциплины	72	6	2	зачет
Контактная работа обучающихся с преподавателем	32	6		
в том числе лекции	16	6		
лабораторные занятия	0	6		
практические занятия	16	6		
Самостоятельная работа обучающихся	36	6		
Контроль	4	6		

Суммарная трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часов. Распределение часов соответствует учебному плану: лекции - 16 ч, лабораторные занятия - 0 ч, практические занятия - 16 ч, самостоятельная работа - 36 ч, контроль - 4 ч.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Лек., ч	Лаб., ч	Пр., ч	СР, ч	Контр., ч	Итого, ч
1	Система технического регулирования	4	0	4	9	0	17
2	Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия	4	0	4	9	0	17
3	Управление качеством продукции и процессов	4	0	4	9	0	17
4	Контроль качества и улучшение процессов	4	0	4	9	4	21
	Итого	16	0	16	36	4	72

Раздел 1. Система технического регулирования

Технические регламенты, стандарты, документы по стандартизации; обязательные и добровольные требования; структура нормативной документации.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения,

соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 2. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия

Цели и принципы стандартизации; оценка соответствия, сертификация, декларирование; метрологическое обеспечение и прослеживаемость измерений.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 3. Управление качеством продукции и процессов

Показатели качества, жизненный цикл продукции, процессный подход, документация системы менеджмента качества, управление несоответствиями.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 4. Контроль качества и улучшение процессов

Входной, операционный и приемочный контроль; статистические методы; корректирующие действия; анализ рисков и документационное сопровождение.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

№	Тема занятия	Вид занятия	Часы	Форма текущего контроля
1	Система технического регулирования	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
2	Стандартизация, метрология и	лекция	2	Изучение понятий,

	подтверждение соответствия			методов и типовых расчетных схем
3	Управление качеством продукции и процессов	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
4	Контроль качества и улучшение процессов	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
5	Анализ структуры технического регламента и национального стандарта	практическое занятие	2	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
6	Поиск нормативных документов по объекту машиностроения	практическое занятие	2	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
7	Составление перечня контролируемых показателей качества	практическое занятие	2	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
8	Разработка простой карты контроля технологической операции	практическое занятие	2	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
9	Анализ несоответствий и выбор корректирующих мероприятий	практическое занятие	2	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
10	Подготовка фрагмента технической документации по качеству	практическое занятие	2	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата

6. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование занятия	Часы	Форма отчетности
1	Анализ структуры технического регламента и национального стандарта	3	расчетное/графическое задание, устный опрос
2	Поиск нормативных документов по объекту машиностроения	3	расчетное/графическое задание, устный опрос
3	Составление перечня контролируемых показателей качества	3	расчетное/графическое задание, устный опрос
4	Разработка простой карты контроля технологической операции	3	расчетное/графическое задание, устный опрос
5	Анализ несоответствий и выбор корректирующих мероприятий	2	расчетное/графическое задание, устный опрос
6	Подготовка фрагмента технической документации по качеству	2	расчетное/графическое задание, устный опрос

Тематика занятий может уточняться преподавателем с учетом доступности оборудования, программных средств, особенностей учебной группы и необходимости согласования заданий с проектной тематикой образовательной

программы. При этом суммарная трудоемкость и форма контроля сохраняются в соответствии с учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

№	Вид самостоятельной работы	Часы	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала, терминов и основных расчетных зависимостей	12	конспект, устный опрос
2	Работа с учебной, справочной, нормативной и научно-технической литературой	10	обсуждение, ответы на вопросы
3	Выполнение расчетных, лабораторных, графических или аналитических заданий	9	проверка отчета или задания
4	Подготовка к промежуточной аттестации, систематизация материалов	5	зачет/зачет с оценкой/экзамен
	Итого	36	

Самостоятельная работа направлена на закрепление материала аудиторных занятий и подготовку обучающихся к аргументированному представлению результатов. При выполнении заданий обучающийся должен фиксировать исходные данные, выбранные допущения, последовательность решения, результаты и выводы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Общие положения

Оценочные материалы предназначены для проверки достижения планируемых результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Текущий контроль осуществляется в течение семестра по результатам выполнения практических, лабораторных, расчетных, графических, проектных и самостоятельных заданий.

Вид контроля	Форма проведения	Критерии оценивания
Текущий контроль	устный опрос; проверка отчетов; контроль выполнения заданий	корректность решения, понимание метода, аккуратность оформления, самостоятельность выводов
Рубежный контроль	контрольные вопросы, проверочная работа или защита этапа задания	полнота ответа, обоснованность выбора метода, способность объяснить ограничения результата
Промежуточная аттестация	зачет	системность знаний, умение решать типовые задачи, корректность терминологии, связь ответа с практическим применением

8.2. Планируемые результаты обучения и оценочные средства

Индикатор	Знать	Уметь	Владеть	Оценочные средства
ОПК-8.1	нормативные документы и требования к оснащению рабочих мест, оборудованию и безопасной организации работ	выделять нормативные и технические требования, существенные для заданной инженерной ситуации	начальными навыками работы с нормативно-технической документацией	устный опрос, практическое задание, защита отчета
ОПК-8.2	подходы к проектированию и оценке технического оснащения рабочих мест и производственных процессов	выбирать основные технические и организационные решения для учебной производственной ситуации	навыками подготовки предложений по техническому оснащению в рамках типового задания	устный опрос, практическое задание, защита отчета
ОПК-8.3	требования к документированию и проверке технических решений	оформлять результаты анализа с учетом требований нормативно-технической документации	навыками обоснования решений с учетом качества, безопасности и эксплуатационных ограничений	устный опрос, практическое задание, защита отчета

8.3. Примерные вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Понятие технического регулирования.
2. Технический регламент и стандарт: сходства и различия.
3. Национальная система стандартизации.
4. Подтверждение соответствия: основные формы.
5. Метрологическое обеспечение контроля качества.
6. Показатели качества продукции.
7. Процессный подход в управлении качеством.
8. Несоответствие, коррекция и корректирующее действие.
9. Виды производственного контроля.
10. Документирование требований к качеству.

8.4. Примерные практико-ориентированные задания

1. Определить перечень нормативных документов для заданного вида продукции.
2. Сформировать перечень контролируемых параметров детали или узла.

3. Разработать фрагмент карты контроля качества.
4. Проанализировать несоответствие и предложить корректирующее мероприятие.

8.5. Критерии оценивания

Оценка	Критерии
Зачтено	обучающийся выполнил обязательные задания, продемонстрировал понимание основных понятий и способность решать типовые задачи дисциплины
Не зачтено	обучающийся не выполнил обязательные задания либо не продемонстрировал минимально необходимый уровень освоения материала

При выставлении итоговой оценки учитываются результаты текущей работы в семестре, своевременность и полнота выполнения заданий, качество защиты отчетов, уровень самостоятельности, корректность применения методов и способность обучающегося объяснить полученные результаты.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Основная литература

1. Техническое регулирование и стандартизация : учебник для вузов / В. В. Гончаров. - Москва : Юрайт, 2024. - 302 с. - Текст : электронный.
2. Управление качеством : учебник и практикум для вузов / Е. А. Горбашко. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 397 с. - Текст : электронный.
3. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 503 с. - Текст : непосредственный.

9.2. Дополнительная литература, периодические издания и профессиональные информационные ресурсы

1. Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал. - Москва : Машиностроение. - ISSN 0042-4633. - Периодичность: ежемесячно. - Тематика: технологии машиностроения, конструирование, надежность и эксплуатация машин.
2. Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал. - Москва : Наука. - ISSN 1028-6861. - Периодичность: 12 выпусков в год. - Тематика: испытания материалов, методы контроля, диагностика и качество.
3. Коррозия: материалы, защита : научно-технический журнал. - Москва : Наука и технологии. - ISSN 1813-7016. - Тематика: коррозия материалов, защитные покрытия, электрохимические методы защиты.

4. Химическая промышленность сегодня : научно-технический журнал. - Москва. - ISSN 0023-110X. - Тематика: химическая технология, оборудование, материалы, промышленные процессы.
5. Стандарты и качество : научно-технический и практический журнал. - Москва : РИА «Стандарты и качество». - ISSN 0038-9692. - Тематика: стандартизация, управление качеством, подтверждение соответствия.

9.3. Электронные образовательные и справочные ресурсы

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д. И. Менделеева.
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Образовательная платформа «Юрайт».
4. Национальная электронная библиотека.
5. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и открытые информационные ресурсы по нормативной документации.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При реализации дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, офисные приложения для подготовки отчетов и презентаций, электронные таблицы для выполнения расчетов и обработки данных, средства поиска учебной и нормативно-технической информации. При необходимости применяются учебные версии расчетных, графических, CAD/CAE или специализированных программных средств, доступных в компьютерных классах университета.

Конкретный перечень программных средств уточняется преподавателем исходя из целей занятия, доступности программного обеспечения и требований к выполнению задания. Использование специализированного программного обеспечения не подменяет проверку физического смысла результатов, корректности исходных данных и соответствия выводов учебной постановке задачи.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид помещения / ресурса	Назначение	Оснащение
Учебная аудитория	проведение лекционных и практических занятий, обсуждение результатов	мультимедийное оборудование, доска, доступ к учебным материалам

Компьютерный класс	выполнение расчетных, графических и аналитических заданий	персональные компьютеры, офисное и учебное программное обеспечение
Учебная лаборатория / специализированный кабинет	проведение лабораторных и демонстрационных занятий при наличии в плане	лабораторные стенды, образцы, измерительные средства, средства индивидуальной защиты
Библиотечно-информационные ресурсы	самостоятельная работа, подготовка отчетов и аттестации	учебная и справочная литература, ЭБС, каталоги, нормативные документы

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ

При изучении дисциплины рекомендуется систематически прорабатывать материалы лекций, выполнять задания в установленные сроки, фиксировать исходные данные, допущения, расчетные зависимости и выводы. Особое внимание следует уделять проверке размерностей, корректности графических построений, сопоставлению результатов с физическим смыслом и ограничениям применяемых моделей.

При подготовке отчетов следует соблюдать требования к структуре и оформлению: цель работы, исходные данные, краткое описание метода, ход решения или эксперимента, результаты, выводы и список использованных источников. В случае работы с оборудованием или лабораторными образцами необходимо соблюдать требования охраны труда и указания преподавателя.

Подготовка к промежуточной аттестации должна включать повторение основных понятий, решение типовых задач, анализ выполненных работ и самостоятельное формулирование ответов на контрольные вопросы. Оценка формируется не только по итоговому ответу, но и по качеству учебной работы в течение семестра.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Гидропневмоавтоматика и гидропривод»**

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Передовая инженерная школа химического инжиниринга и машиностроения.

«___» _____ 20__ г., протокол № ____.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Гидропневмоавтоматика и гидропривод» разработана в соответствии с образовательной программой специалитета по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), реализуемой в ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных представлений о составе, принципах действия, расчете и применении гидравлических и пневматических приводов, устройств управления и элементов гидропневмоавтоматики в технологических машинах и комплексах химического машиностроения.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся устойчивое понимание основных понятий, методов и ограничений предметной области;
- научить применять изучаемые методы для решения типовых учебных инженерных, расчетных, лабораторных или графических задач;
- развить способность аргументировать выбранный способ решения, оценивать корректность исходных данных и интерпретировать полученные результаты;
- обеспечить связь изучаемого материала с последующими инженерными, проектными и практико-ориентированными дисциплинами образовательной программы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы и изучается в 8 семестре. Форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания и навыки, полученные при изучении следующих дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования, электротехника и промышленная электроника.

Результаты освоения дисциплины используются при последующем изучении дисциплин и выполнении видов учебной деятельности: конструирование и расчет элементов оборудования, технологическая и конструкторская практики, выпускная квалификационная работа.

Дисциплина имеет прикладную направленность: обучающиеся выполняют типовые задания, ориентированные на закрепление инженерного мышления, умение работать с исходными данными, нормативными и справочными материалами, а также на подготовку к выполнению проектных и исследовательских задач в старших семестрах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	Зачетные единицы	Форма контроля
Общая трудоемкость дисциплины	108	8	3	зачет с оценкой
Контактная работа обучающихся с преподавателем	48	8		
в том числе лекции	16	8		
лабораторные занятия	0	8		
практические занятия	32	8		
Самостоятельная работа обучающихся	51	8		
Контроль	9	8		

Суммарная трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов. Распределение часов соответствует учебному плану: лекции - 16 ч, лабораторные занятия - 0 ч, практические занятия - 32 ч, самостоятельная работа - 51 ч, контроль - 9 ч.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Лек., ч	Лаб., ч	Пр., ч	СР, ч	Контр., ч	Итого, ч
1	Основы гидравлических и пневматических систем	4	0	8	13	0	25
2	Элементы гидроприводов и пневмоприводов	4	0	8	13	0	25
3	Расчет и проектирование типовых схем	4	0	8	13	0	25
4	Эксплуатация, диагностика и надежность систем	4	0	8	12	9	33
	Итого	16	0	32	51	9	108

Раздел 1. Основы гидравлических и пневматических систем

Рабочие жидкости и газы; основные параметры гидро- и пневмосистем; условные графические обозначения; требования к чистоте рабочей среды; типовые структуры приводов технологических машин.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 2. Элементы гидроприводов и пневмоприводов

Насосы, компрессоры, гидроцилиндры и пневмоцилиндры, гидромоторы, распределители, клапаны, дроссели, фильтры, аккумуляторы, исполнительные механизмы и аппаратура управления.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 3. Расчет и проектирование типовых схем

Расчет усилий, скоростей, расходов и давлений; потери давления; выбор типоразмеров элементов; построение принципиальных схем; основы проверки работоспособности и безопасности.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

Раздел 4. Эксплуатация, диагностика и надежность систем

Типовые отказы, утечки, кавитация, загрязнение, перегрев; техническое обслуживание; мероприятия по обеспечению надежности и безопасной эксплуатации гидропневмосистем.

При изучении раздела обучающиеся рассматривают типовые учебные ситуации, анализируют исходные данные, выполняют расчеты, графические построения, лабораторные наблюдения или аналитические сравнения, соответствующие тематике дисциплины. Результаты оформляются в виде отчета, расчетной таблицы, графического материала или краткого аналитического заключения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

№	Тема занятия	Вид занятия	Часы	Форма текущего контроля
1	Основы гидравлических и пневматических систем	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
2	Элементы гидроприводов и пневмоприводов	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
3	Расчет и проектирование типовых схем	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
4	Эксплуатация, диагностика и надежность систем	лекция	2	Изучение понятий, методов и типовых расчетных схем
5	Анализ условных обозначений и чтение принципиальных гидравлических и пневматических схем	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
6	Расчет параметров исполнительного гидроцилиндра по заданному технологическому усилию	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
7	Выбор насоса, компрессора и исполнительного устройства для учебной схемы	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
8	Расчет потерь давления в трубопроводах и местных сопротивлениях	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
9	Разработка простой схемы управления гидроприводом технологического механизма	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
10	Подбор и проверка регулирующей и предохранительной аппаратуры	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
11	Анализ отказов гидропневмосистем и выбор профилактических мероприятий	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата
12	Оформление расчетно-графического отчета по схеме гидро- или пневмопривода	практическое занятие	4	Решение учебной инженерной задачи, обсуждение результата

6. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование занятия	Часы	Форма отчетности
1	Анализ условных обозначений и чтение принципиальных гидравлических и пневматических схем	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
2	Расчет параметров исполнительного гидроцилиндра по заданному технологическому усилию	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
3	Выбор насоса, компрессора и исполнительного устройства	4	расчетное/графическое

	для учебной схемы		задание, устный опрос
4	Расчет потерь давления в трубопроводах и местных сопротивлениях	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
5	Разработка простой схемы управления гидроприводом технологического механизма	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
6	Подбор и проверка регулирующей и предохранительной аппаратуры	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
7	Анализ отказов гидропневмосистем и выбор профилактических мероприятий	4	расчетное/графическое задание, устный опрос
8	Оформление расчетно-графического отчета по схеме гидро- или пневмопривода	4	расчетное/графическое задание, устный опрос

Тематика занятий может уточняться преподавателем с учетом доступности оборудования, программных средств, особенностей учебной группы и необходимости согласования заданий с проектной тематикой образовательной программы. При этом суммарная трудоемкость и форма контроля сохраняются в соответствии с учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

№	Вид самостоятельной работы	Часы	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала, терминов и основных расчетных зависимостей	16	конспект, устный опрос
2	Работа с учебной, справочной, нормативной и научно-технической литературой	14	обсуждение, ответы на вопросы
3	Выполнение расчетных, лабораторных, графических или аналитических заданий	13	проверка отчета или задания
4	Подготовка к промежуточной аттестации, систематизация материалов	8	зачет/зачет с оценкой/экзамен
	Итого	51	

Самостоятельная работа направлена на закрепление материала аудиторных занятий и подготовку обучающихся к аргументированному представлению результатов. При выполнении заданий обучающийся должен фиксировать исходные данные, выбранные допущения, последовательность решения, результаты и выводы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Общие положения

Оценочные материалы предназначены для проверки достижения планируемых результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой. Текущий контроль осуществляется в течение семестра по

результатам выполнения практических, лабораторных, расчетных, графических, проектных и самостоятельных заданий.

Вид контроля	Форма проведения	Критерии оценивания
Текущий контроль	устный опрос; проверка отчетов; контроль выполнения заданий	корректность решения, понимание метода, аккуратность оформления, самостоятельность выводов
Рубежный контроль	контрольные вопросы, проверочная работа или защита этапа задания	полнота ответа, обоснованность выбора метода, способность объяснить ограничения результата
Промежуточная аттестация	зачет с оценкой	системность знаний, умение решать типовые задачи, корректность терминологии, связь ответа с практическим применением

8.2. Планируемые результаты обучения и оценочные средства

Индикатор	Знать	Уметь	Владеть	Оценочные средства
ОПК-8.1	нормативные документы и требования к оснащению рабочих мест, оборудованию и безопасной организации работ	выделять нормативные и технические требования, существенные для заданной инженерной ситуации	начальными навыками работы с нормативно-технической документацией	устный опрос, практическое задание, защита отчета
ОПК-8.2	подходы к проектированию и оценке технического оснащения рабочих мест и производственных процессов	выбирать основные технические и организационные решения для учебной производственной ситуации	навыками подготовки предложений по техническому оснащению в рамках типового задания	устный опрос, практическое задание, защита отчета
ОПК-8.3	требования к документированию и проверке технических решений	оформлять результаты анализа с учетом требований нормативно-технической документации	навыками обоснования решений с учетом качества, безопасности и эксплуатационных ограничений	устный опрос, практическое задание, защита отчета

8.3. Примерные вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Классификация гидравлических и пневматических приводов.
2. Основные параметры рабочей жидкости и требования к ней.
3. Назначение и принцип действия объемных насосов.
4. Исполнительные гидро- и пневмоцилиндры: расчет усилий и скоростей.

5. Функции распределителей, клапанов и дросселей в схемах управления.
6. Потери давления в трубопроводах и местных сопротивлениях.
7. Причины кавитации и способы ее предупреждения.
8. Типовые неисправности гидроприводов и пневмоприводов.
9. Требования безопасности при эксплуатации гидропневмосистем.
10. Порядок оформления расчетной схемы привода.

8.4. Примерные практико-ориентированные задания

1. По заданному усилию и скорости рабочего органа подобрать параметры гидроцилиндра и расход насоса.
2. Составить принципиальную пневматическую схему управления простым исполнительным механизмом.
3. Определить потери давления на участке трубопровода и оценить их влияние на работу привода.
4. Проанализировать схему гидропривода и указать элементы, обеспечивающие безопасность работы.

8.5. Критерии оценивания

Оценка	Критерии
Отлично	все обязательные задания выполнены, ответы полные и аргументированные, результаты оформлены корректно
Хорошо	задания выполнены в основном правильно, имеются отдельные замечания к оформлению или полноте обоснования
Удовлетворительно	выполнен минимально необходимый объем заданий, имеются ошибки, не препятствующие общей проверке достижения результатов
Неудовлетворительно	обязательные задания не выполнены или ответы не подтверждают достижение планируемых результатов

При выставлении итоговой оценки учитываются результаты текущей работы в семестре, своевременность и полнота выполнения заданий, качество защиты отчетов, уровень самостоятельности, корректность применения методов и способность обучающегося объяснить полученные результаты.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Основная литература

1. Гидравлика и гидропривод : учебник для вузов / под ред. В. А. Полякова. - Москва : Юрайт, 2024. - 311 с. - Текст : электронный.

2. Гидропривод и гидропневмоавтоматика : учебное пособие / Н. С. Сергеев. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 220 с. - Текст : электронный.
3. Пневматические и гидравлические системы : учебное пособие / А. В. Схиртладзе, В. И. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 256 с. - Текст : непосредственный.

9.2. Дополнительная литература, периодические издания и профессиональные информационные ресурсы

1. Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал. - Москва : Машиностроение. - ISSN 0042-4633. - Периодичность: ежемесячно. - Тематика: технологии машиностроения, конструирование, надежность и эксплуатация машин.
2. Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал. - Москва : Наука. - ISSN 1028-6861. - Периодичность: 12 выпусков в год. - Тематика: испытания материалов, методы контроля, диагностика и качество.
3. Коррозия: материалы, защита : научно-технический журнал. - Москва : Наука и технологии. - ISSN 1813-7016. - Тематика: коррозия материалов, защитные покрытия, электрохимические методы защиты.
4. Химическая промышленность сегодня : научно-технический журнал. - Москва. - ISSN 0023-110X. - Тематика: химическая технология, оборудование, материалы, промышленные процессы.
5. Стандарты и качество : научно-технический и практический журнал. - Москва : РИА «Стандарты и качество». - ISSN 0038-9692. - Тематика: стандартизация, управление качеством, подтверждение соответствия.

9.3. Электронные образовательные и справочные ресурсы

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д. И. Менделеева.
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Образовательная платформа «Юрайт».
4. Национальная электронная библиотека.
5. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и открытые информационные ресурсы по нормативной документации.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При реализации дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, офисные приложения для подготовки отчетов и презентаций, электронные таблицы для выполнения расчетов и обработки данных, средства поиска учебной и нормативно-технической информации. При необходимости применяются учебные версии расчетных, графических, CAD/CAE или специализированных программных средств, доступных в компьютерных классах университета.

Конкретный перечень программных средств уточняется преподавателем исходя из целей занятия, доступности программного обеспечения и требований к выполнению задания. Использование специализированного программного обеспечения не подменяет проверку физического смысла результатов, корректности исходных данных и соответствия выводов учебной постановке задачи.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид помещения / ресурса	Назначение	Оснащение
Учебная аудитория	проведение лекционных и практических занятий, обсуждение результатов	мультимедийное оборудование, доска, доступ к учебным материалам
Компьютерный класс	выполнение расчетных, графических и аналитических заданий	персональные компьютеры, офисное и учебное программное обеспечение
Учебная лаборатория / специализированный кабинет	проведение лабораторных и демонстрационных занятий при наличии в плане	лабораторные стенды, образцы, измерительные средства, средства индивидуальной защиты
Библиотечно-информационные ресурсы	самостоятельная работа, подготовка отчетов и аттестации	учебная и справочная литература, ЭБС, каталоги, нормативные документы

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ

При изучении дисциплины рекомендуется систематически прорабатывать материалы лекций, выполнять задания в установленные сроки, фиксировать исходные данные, допущения, расчетные зависимости и выводы. Особое внимание следует уделять проверке размерностей, корректности графических построений, сопоставлению результатов с физическим смыслом и ограничениям применяемых моделей.

При подготовке отчетов следует соблюдать требования к структуре и оформлению: цель работы, исходные данные, краткое описание метода, ход решения или эксперимента, результаты, выводы и список использованных источников. В случае работы с оборудованием или лабораторными образцами необходимо соблюдать требования охраны труда и указания преподавателя.

Подготовка к промежуточной аттестации должна включать повторение основных понятий, решение типовых задач, анализ выполненных работ и самостоятельное формулирование ответов на контрольные вопросы. Оценка формируется не только по итоговому ответу, но и по качеству учебной работы в течение семестра.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы теории резания, станки и инструменты»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой инженерного проектирования технологического оборудования, д.ф.-м.н., профессором В.М. Аристовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Основы теории резания, станки и инструменты» относится к обязательной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Основы теории резания, станки и инструменты» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Основы теории резания, станки и инструменты» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Основы теории резания, станки и инструменты» реализуется в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-8 Способен проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии	ОПК-8.1 Знает основные виды металлорежущих станков, режущих инструментов и требования к оснащению рабочих мест. ОПК-8.2 Умеет выбирать инструмент, станочное оборудование и режимы резания для типовых операций. ОПК-8.3 Владеет навыками обоснования технического оснащения и контроля соблюдения технологических требований.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «физические основы процесса резания материалов»
- типовые методы и подходы по теме «режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «металлорежущие станки и технологические возможности оборудования»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	45,0
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	-	0	0,0
Вид итогового контроля:	зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекц ии	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работ ы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работ а
1	Раздел 1. Физические основы процесса резания материалов	27	-	4	-	8	-	-	-	15
2	Раздел 2. Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание	27	-	4	-	8	-	-	-	15
3	Раздел 3. Металлорежущие станки и технологические возможности оборудования	27	-	4	-	8	-	-	-	15
4	Раздел 4. Назначение режимов резания и анализ эффективности обработки	27	-	4	-	8	-	-	-	15
ИТОГО		108	-	16	-	32	-	-	-	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физические основы процесса резания материалов

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Металлорежущие станки и технологические возможности оборудования

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Назначение режимов резания и анализ эффективности обработки

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «физические основы процесса резания материалов»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «металлорежущие станки и технологические возможности оборудования»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-8 Способен проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии	ОПК-8.1 Знает основные виды металлорежущих станков, режущих инструментов и требования к оснащению рабочих мест.	+	+	+	+
2	ОПК-8 Способен проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии	ОПК-8.2 Умеет выбирать инструмент, станочное оборудование и режимы резания для типовых операций.	+	+	+	+
3	ОПК-8 Способен проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии	ОПК-8.3 Владеет навыками обоснования технического оснащения и контроля соблюдения технологических требований.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Основы теории резания, станки и инструменты». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Физические основы процесса резания материалов»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Металлорежущие станки и	8

		технологические возможности оборудования»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	
4	4	Практическая работа по разделу «Назначение режимов резания и анализ эффективности обработки»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Основы теории резания, станки и инструменты» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (7 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Физические основы процесса резания материалов».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр - зачет).

1. Физические основы процесса резания материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Металлорежущие станки и технологические возможности оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Назначение режимов резания и анализ эффективности обработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Физические основы процесса резания материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Металлорежущие станки и технологические возможности оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

- [illegible]

27. Металлорежущие станки и технологические возможности оборудования: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Назначение режимов резания и анализ эффективности обработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Физические основы процесса резания материалов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет.

Зачет по дисциплине «Основы теории резания, станки и инструменты» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Основы теории резания, станки и инструменты
1.	Физические основы процесса резания материалов: основные понятия и назначение.
2.	Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология машиностроения: учебник для вузов / А. А. Маталин. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 512 с. — ISBN 978-5-507-45420-9.
2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 299 с. — ISBN 978-5-534-15033-9.
3. Резание материалов, станки и инструменты: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-507-44190-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.

2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.

3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.

2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.

3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.

5. База данных ВИНТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.

6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

— Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.

— Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.

— Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.

— Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы теории резания, станки и инструменты» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Физические основы процесса резания материалов	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (7 семестр).
Раздел 2. Режущий инструмент, инструментальные материалы и изнашивание	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (7 семестр).
Раздел 3. Металлорежущие станки и технологические возможности оборудования	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (7 семестр).
Раздел 4. Назначение режимов резания и анализ эффективности обработки	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (7 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Основы теории резания, станки и инструменты»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория машин и механизмов»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «Инженер»

Москва 2024

Программа составлена (к.х.н, кафедра химической технологии пластических масс,
Сиротин И.С.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

(Наименование кафедры)

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины ПИШ ХИМ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теория машин и механизмов»** относится к базовой части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют базовую подготовку по высшей математике, физике, инженерной графике и теоретической механике.

Цель дисциплины – формирование у студентов системы знаний об общих методах исследования структуры, кинематики и динамики механизмов и машин, а также принципах их проектирования для создания технологического оборудования химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины – изучение структуры и классификации механизмов; освоение методов кинематического и силового анализа рычажных, кулачковых, зубчатых и других типов механизмов; ознакомление с основами синтеза механизмов по заданным условиям; формирование навыков проектирования типовых элементов машин и механизмов с учетом требований нормативной документации.

Дисциплина **«Теория машин и механизмов»** преподается в 5 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
Общенаучная подготовленность	ОПК-8 Способен проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии	ОПК-8.1 Знает нормативные документы и требования к техническому оснащению рабочих мест и размещению технологического оборудования на машиностроительном предприятии ОПК-8.2 Умеет проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии ОПК-8.3 Владеет навыками проектирования технического оснащения рабочих мест на машиностроительном предприятии в соответствии с требованиями нормативно-технической документации

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и определения теории машин и механизмов (ТММ);
- структуру, классификацию и общие методы исследования механизмов;
- методы кинематического и динамического анализа различных типов механизмов;
- основы синтеза механизмов по заданным условиям;
- требования нормативных документов (ГОСТ, ЕСКД, СТП) к проектированию деталей и узлов машин.

Уметь:

- проводить структурный, кинематический и силовой анализ типовых механизмов;
- определять передаточные отношения, скорости, ускорения и усилия в звеньях механизмов;
- выполнять проектировочные и проверочные расчеты элементов механизмов на прочность, жесткость и износостойкость;
- применять нормативную документацию при проектировании технического оснащения.

Владеть:

- навыками чтения и составления кинематических схем;
- методами расчета и проектирования рычажных, кулачковых, зубчатых и других механизмов;
- методикой выбора стандартных изделий (подшипников, муфт, передач) для оснащения рабочих мест;
- основами применения систем автоматизированного проектирования (САПР) для решения задач ТММ.

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
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	14
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	1,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		59,6	44,7
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.	Раздел 1. Основы структуры и кинематики механизмов	36	-	6	-	10	-	-	-	20
2.	Раздел 2. Динамика машин и механизмов. Силовой анализ.	36	-	6	-	10	-	-	-	20
3.	Раздел 3. Синтез механизмов и проектирование технического оснащения.	36	-	4	-	12	-	-	-	20
	ИТОГО	108	-	16	-	32	-	-	-	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы структуры и кинематики механизмов.

Основные понятия и определения ТММ: машина, механизм, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь. Классификация механизмов. Структурный анализ механизмов. Формула Сомова-Малышева. Плоские механизмы. Методы кинематического исследования механизмов: планы положений, скоростей и ускорений. Аналитический и графический методы. Кинематика типовых механизмов: рычажных, кулачковых, зубчатых.

Раздел 2. Динамика машин и механизмов. Силовой анализ.

Силовой расчет механизмов. Определение сил и моментов, действующих на звенья механизма. Условия статической определимости. Метод планов сил. Понятие о трении в кинематических парах. КПД механизмов. Уравнение движения машины. Приведение сил и масс. Режимы работы машин: пуск, установившееся движение, торможение. Неравномерность хода машины и методы ее регулирования. Маховики.

Раздел 3. Синтез механизмов и проектирование технического оснащения.

Основы синтеза механизмов. Синтез рычажных механизмов по заданным положениям звеньев. Синтез кулачковых механизмов. Проектирование зубчатых механизмов: эвольвентное зацепление, геометрический расчет, подбор чисел зубьев. Проектирование технического оснащения рабочих мест: расчет и подбор стандартных приводов, передач, муфт, опор. Требования нормативных документов (ГОСТ, СНиП, СанПиН) к размещению оборудования и организации рабочих мест.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– основные понятия и определения теории машин и механизмов (ТММ);	+		
2	– структуру, классификацию и общие методы исследования механизмов;	+		
3	– методы кинематического и динамического анализа различных типов механизмов;		+	
4	– основы синтеза механизмов по заданным условиям;			+
5	– требования нормативных документов (ГОСТ, ЕСКД, СТП) к проектированию деталей и узлов машин.			+
	Уметь:			
6	– проводить структурный, кинематический и силовой анализ типовых механизмов;	+		
7	– определять передаточные отношения, скорости, ускорения и усилия в звеньях механизмов;		+	
8	– выполнять проектировочные и проверочные расчеты элементов механизмов на прочность, жесткость и износостойкость;			+
9	– применять нормативную документацию при проектировании технического оснащения.			+
	Владеть:			
10	– навыками чтения и составления кинематических схем;	+	+	
11	– методами расчета и проектирования рычажных, кулачковых, зубчатых и других механизмов;	+	+	
12	– методикой выбора стандартных изделий (подшипников, муфт, передач) для оснащения рабочих мест;			+
13	– основами применения систем автоматизированного проектирования (САПР) для решения задач ТММ.			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i> :				
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК		

14	ОПК-8 Способен проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии	ОПК-8.1 Знает нормативные документы и требования к техническому оснащению рабочих мест и размещению технологического оборудования на машиностроительном предприятии			+
		ОПК-8.2 Умеет проектировать техническое оснащение рабочих мест на машиностроительном предприятии			+
		ОПК-8.3 Владеет навыками проектирования технического оснащения рабочих мест на машиностроительном предприятии в соответствии с требованиями нормативно-технической документации			+

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	Структурный анализ рычажного механизма	2
2	1	Построение планов положений, скоростей и ускорений кривошипно-ползунного механизма	4
3	1	Кинематический анализ зубчатого механизма	4
4	2	Силовой расчет рычажного механизма методом планов сил	4
5	2	Расчет маховика для регулирования неравномерности хода машины	4
6	2	Синтез четырехзвенного рычажного механизма	4
7	3	Синтез кулачкового механизма	4
8	3	Проектировочный расчет зубчатой передачи	4
9	3	Расчет и подбор муфты для привода технологического аппарата	2
	Итого		32

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Теория машин и механизмов*» 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, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- выполнение домашних расчетных заданий по темам практических занятий;
- подготовку к выполнению контрольных работ;
- поиск и анализ нормативной документации (ГОСТ, ЕСТД, СТП);
- выполнение двух расчетно-графических работ (РГР);
- подготовку к сдаче *зачёта с оценкой* (5 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 расчетно-графических работ (РГР №1 – максимум 30 баллов, РГР №2 – максимум 30 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика расчетно-графических работ (РГР)

1. Кинематический и силовой анализ кривошипно-ползунного механизма компрессора.
2. Кинематический и силовой анализ кривошипно-коромыслового механизма.
3. Синтез кулачкового механизма газораспределения и расчет его геометрических параметров.
4. Синтез четырехзвенного механизма рабочего оборудования и прочностной расчет звена.
5. Проектирование привода конвейера: кинематический расчет, подбор муфты и расчет шпоночного соединения.
6. Проектирование привода смесителя: синтез зубчатого механизма и расчет параметров зубчатой передачи.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы (5 семестр) составляет 10 баллов за каждую.

Примеры вопросов:

1. Дайте определения: машина, механизм, кинематическая пара, кинематическая цепь.
2. Сформулируйте структурную формулу Сомова-Малышева. Что определяет степень подвижности механизма?
3. В чем суть метода планов скоростей и ускорений?
4. Как определяется передаточное отношение в планетарном механизме?
5. Каков порядок проведения силового расчета механизма методом планов сил?
6. Объясните понятие «приведенный момент инерции механизма».
7. С какой целью устанавливают маховик на валу машины?
8. Назовите основные этапы синтеза четырехзвенного механизма по трем положениям.
9. Какие основные параметры определяют при синтезе кулачкового механизма?
10. Перечислите основные нормативные документы (ГОСТы), используемые при проектировании зубчатых передач.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт с оценкой)

Билет для зачёта с оценкой включает контрольные вопросы по 3 разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Структурный анализ механизма. Формула Сомова-Малышева. Определение степени подвижности механизма (на примере).
2. Графические методы кинематического исследования механизмов. Построение планов положений, скоростей и ускорений.
3. Силовой расчет механизмов. Метод планов сил. Условие статической определимости.

4. Уравнение движения машины. Приведение сил и масс. Режимы работы машины.
5. Регулирование хода машины. Коэффициент неравномерности хода. Расчет маховика методом профессора Мерцалова.
6. Синтез четырехзвенных механизмов. Синтез по трем положениям выходного звена.
7. Синтез кулачковых механизмов. Определение основных размеров и построение профиля кулачка.
8. Кинематика зубчатых механизмов. Передаточное отношение в многоступенчатых и планетарных передачах.
9. Нормативная документация, регламентирующая проектирование технического оснащения рабочих мест (ГОСТ, СНиП, СанПиН).
10. Основные принципы размещения технологического оборудования на машиностроительном предприятии с точки зрения эргономики и безопасности.

Практические задачи для итогового контроля:

1. Для заданной кинематической схемы механизма определить степень подвижности.
2. Для заданного положения кривошипно-ползунного механизма графическим методом определить скорости точек В и С.
3. Для заданного механизма построить план сил и определить уравновешивающую силу или момент.
4. Рассчитать момент инерции маховика для обеспечения заданного коэффициента неравномерности хода машины.
5. Подобрать стандартную муфту для соединения валов по заданным крутящему моменту и диаметрам валов.

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (5 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «Теория машин и механизмов» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по 3 разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёта с оценкой** состоит из 3 теоретических вопросов и 1 практической задачи. Вопросы охватывают все разделы рабочей программы.

Пример билета для **зачёта с оценкой**:

«Утверждаю» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	ПИИ ХИМ
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
	Теория машин и механизмов
Билет № 1 1. Провести структурный анализ заданной кинематической схемы механизма. Определить степень подвижности по формуле Сомова-Малышева. 2. Метод планов сил. Последовательность проведения силового расчета механизма. Условие статической определимости. 3. Основные требования нормативных документов (ГОСТ, СанПиН) к организации и техническому оснащению рабочих мест на машиностроительном предприятии. 4. Для заданного положения кривошипно-ползунного механизма (длина кривошипа $OA = 0.1$ м, угловая скорость кривошипа $\omega = 20$ рад/с) графическим методом определить скорость точки В (ползуна).	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Матвеев Ю. А. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Матвеев, Л. В. Матвеева. - Москва : Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. - 320 с. - ISBN 978-5-98281-150-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=151094>
2. Борисенко Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов [Электронный ресурс] : учебник / Л. А. Борисенко.- Москва : Новое знание, 2011. - 285 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 283-284. - Допущено МО. ISBN 978-985-475-430-7. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2919

Б. Дополнительная литература

1. Прикладная механика : учеб. пособие для студ. вузов очного и заоч. обуч. по направл. подгот. дипломир. спец-тов 280400 Природообустройство / В. Т. Батиенков, В. А. Волосухин, Евтушенко, С.И. [и др.]. - М. : РИОР: ИНФРА-М, 2011. - 288 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 260-261. - ISBN 978-5-369-00758-7; ISBN 978-5-16-004526-9.
2. Тимофеев Г. А. Теория механизмов и машин [Текст] : учебное пособие для бакалавров / Г. А. Тимофеев ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 351 с. : ил. - (Бакалавр : базовый курс). Библиогр.: с. 10. - Рек. УМО. - В пер. - ISBN 978-5-9916-2484-8.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
2. Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
3. Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
4. Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
5. Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
6. Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
7. Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
8. Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
9. Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007
10. Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996

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.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. 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.
7. 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).
8. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 100).

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 01.01.2024 составляет 1727628 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 «*Теория машин и механизмов*» 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:

Презентации к лекциям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии синтеза и переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки

кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также

			отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.

		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальности м: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов

		для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearchive	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf)	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUY_mdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access).	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com / - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials

			(The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.

19	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	ИОР	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте ИОР из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
23	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf)	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	SolidWorks Education Edition 2020-2021	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	500	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы теории резания материалов	<i>Знает:</i> – основные понятия и определения теории машин и механизмов (ТММ); – структуру, классификацию и общие методы исследования механизмов; – методы кинематического и динамического анализа различных типов механизмов; – основы синтеза механизмов по заданным условиям; – требования нормативных документов (ГОСТ, ЕСКД, СТП) к проектированию деталей и узлов машин. <i>Умеет:</i> – проводить структурный, кинематический и силовой анализ типовых механизмов; – определять передаточные отношения, скорости, ускорения и усилия в звеньях механизмов; – выполнять проектировочные и проверочные расчеты элементов механизмов на прочность, жесткость и износостойкость; – применять нормативную документацию при проектировании технического оснащения. <i>Владет:</i> – навыками чтения и составления кинематических схем; – методами расчета и проектирования рычажных, кулачковых, зубчатых и других механизмов; – методикой выбора стандартных изделий (подшипников, муфт, передач) для оснащения рабочих мест;	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр) Оценка за зачет с оценкой (5 семестр)

	– основами применения систем автоматизированного проектирования (САПР) для решения задач ТММ.	
Раздел 2. Металлорежущие станки	<i>Знает:</i> – основные понятия и определения теории машин и механизмов (ТММ); – структуру, классификацию и общие методы исследования механизмов; – методы кинематического и динамического анализа различных типов механизмов; – основы синтеза механизмов по заданным условиям; – требования нормативных документов (ГОСТ, ЕСКД, СТП) к проектированию деталей и узлов машин. <i>Умеет:</i> – проводить структурный, кинематический и силовой анализ типовых механизмов; – определять передаточные отношения, скорости, ускорения и усилия в звеньях механизмов; – выполнять проектировочные и проверочные расчеты элементов механизмов на прочность, жесткость и износостойкость; – применять нормативную документацию при проектировании технического оснащения. <i>Владеет:</i> – навыками чтения и составления кинематических схем; – методами расчета и проектирования рычажных, кулачковых, зубчатых и других механизмов; – методикой выбора стандартных изделий (подшипников, муфт, передач) для оснащения рабочих мест; – основами применения систем	Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр) Оценка за зачет с оценкой (5 семестр)

	автоматизированного проектирования (САПР) для решения задач ТММ.	
Раздел 3. Режущий инструмент	<i>Знает:</i> – основные понятия и определения теории машин и механизмов (ТММ); – структуру, классификацию и общие методы исследования механизмов; – методы кинематического и динамического анализа различных типов механизмов; – основы синтеза механизмов по заданным условиям; – требования нормативных документов (ГОСТ, ЕСКД, СТП) к проектированию деталей и узлов машин. <i>Умеет:</i> – проводить структурный, кинематический и силовой анализ типовых механизмов; – определять передаточные отношения, скорости, ускорения и усилия в звеньях механизмов; – выполнять проектировочные и проверочные расчеты элементов механизмов на прочность, жесткость и износостойкость; – применять нормативную документацию при проектировании технического оснащения. <i>Владеет:</i> – навыками чтения и составления кинематических схем; – методами расчета и проектирования рычажных, кулачковых, зубчатых и других механизмов; – методикой выбора стандартных изделий (подшипников, муфт, передач) для оснащения рабочих мест; – основами применения систем автоматизированного	Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр) Оценка за зачет с оценкой (5 семестр)

	проектирования (САПР) для решения задач ТММ.	

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 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Теория машин и механизмов»
основной образовательной программы
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы взаимозаменяемости и нормирования точности изделий
машиностроения»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена (к.х.н, кафедра химической технологии пластических масс,
Сиротин И.С.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет (ФГОС ВО) специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), накопленным опытом преподавания предмета Центром цифровой трансформации РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы взаимозаменяемости и нормирования точности изделий машиностроения» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области проектирования и технологий производства полимеров и композиционных материалов.

Цель дисциплины – формирование у студентов знаний и умений в области взаимозаменяемости и нормирования точности размеров деталей машин, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхности, необходимых для получения достоверной информации о контролируемых и измеряемых параметрах продукции и технологического процесса.

Задачи дисциплины:

- освоить необходимые понятия в области нормирования точности и основные принципы взаимозаменяемости;
- научить анализировать влияние входных параметров на функциональные показатели работы изделия и его частей, а также назначать точность входных параметров, назначать посадки подшипников, гладких цилиндрических, резьбовых, шпоночных, шлицевых соединений, зубчатых передач;
- научить правильно выполнять рабочие чертежи деталей машин с обозначением точности размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхности, а также сборочных чертежей с обозначением посадок;
- научить студентов выбирать и применять методы и средства измерений;
- освоить методы обеспечения точности замыкающего звена и методы решения размерных цепей.

Дисциплина «Основы взаимозаменяемости и нормирования точности изделий машиностроения» преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы взаимозаменяемости и нормирования точности изделий машиностроения» при подготовке студентов по направлению подготовки 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств) направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения.	ПК-3.1. Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения.
			ПК-3.2. Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса
			ПК-3.3. Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц;
- общетехнические системы стандартов ЕСДП и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач;
- классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей);
- методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий.

Уметь:

- выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию;
- устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц;
- рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий;
- выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации.

Владеть:

- навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий;
- навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий;
- навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;
- навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,32	48	36
Лекции (Лек)	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32	24
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,68	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,68	0,2	0,15
Подготовка к контрольным работам		59,8	44,85
Вид контроля:	зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№№ п/п	Наименование раздела	Академ. часы				
		Всего	Лек.	Пр. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Взаимозаменяемость. Нормирование точности размеров деталей гладких цилиндрических соединений	18	2	4	-	12
1.1	Взаимозаменяемость. Основные понятия	5,5	0,5	1	-	4
1.2	Основные отклонения. Квалитеты	5,5	0,5	1	-	4
1.3	Условное обозначение предельных отклонений и посадок	7	1	2	-	4
2	Раздел 2. Нормирование шероховатости поверхности, точности формы и расположения поверхностей	16	2	4	-	10
2.1	Шероховатость поверхности	8	1	2	-	5
2.2	Отклонения и допуски формы и расположения поверхностей	8	1	2	-	5
3	Раздел 3. Нормирование точности подшипников качения	12	2	4	-	6
3.1	Классы точности и поля допусков подшипников качения	12	2	4	-	6
4	Раздел 4. Нормирование точности шпоночных соединений	12	2	4	-	6
4.1	Виды шпоночных соединений и их назначение	12	2	4	-	6
5	Раздел 5. Нормирование точности шлицевых соединений	12	2	4	-	6
5.1	Виды шлицевых соединений и их назначение	12	2	4	-	6
6	Раздел 6. Нормирование точности размеров деталей резьбовых соединений	7	1	2	-	4
6.1	Виды и основные параметры резьб	7	1	2	-	4
7	Раздел 7. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колёс и передач	12	2	4	-	6
7.1	Нормирование точности цилиндрических зубчатых колёс и передач	12	2	4	-	6
8	Раздел 8. Размерные цепи	8	1	2	-	5
8.1	Методы решения размерных цепей	8	1	2	-	5
9	Раздел 9. Технические измерения	11	2	4	-	5
9.1	Основные термины и определения	2,5	0,5	-	-	1
9.2	Выбор измерительных средств	2,5	0,5	-	-	1
9.3	Средства измерений линейных размеров	3,5	0,5	2	-	2
9.4	Специальные измерительные средства	2,5	0,5	2	-	1
Итого		108	16	32	-	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Взаимозаменяемость. Нормирование точности размеров деталей гладких цилиндрических соединений

1.1. Взаимозаменяемость. Основные понятия. Понятие взаимозаменяемости, точности, линейные размеры и отклонения. Допуски размеров, посадки и допуск посадки.

1.2. Основные отклонения. Квалитеты. Система отверстия и система вала. Схематичное изображение полей допусков.

1.3. Условное обозначение предельных отклонений и посадок. Методы выбора посадок и области их применения.

Раздел 2. Нормирование шероховатости поверхности, точности формы и расположения поверхностей

2.1. Шероховатость поверхности. Параметры шероховатости. Обозначение шероховатости на чертежах. Выбор параметров шероховатости. Методы и средства контроля параметров шероховатости.

2.2. Отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Нормирование и обозначение на чертежах.

Раздел 3. Нормирование точности подшипников качения

3.1. Классы точности и поля допусков подшипников качения. Виды нагружения колец подшипников качения. Выбор посадок подшипников качения. Обозначение посадок на чертежах.

Раздел 4. Нормирование точности шпоночных соединений

4.1. Виды шпоночных соединений и их назначение. Поля допусков на сопрягаемые размеры деталей шпоночного соединения. Контроль нормируемых параметров.

Раздел 5. Нормирование точности шлицевых соединений

5.1. Виды шлицевых соединений и их назначение. Способы центрирования шлицевых соединений. Обозначение посадок шлицевых соединений с прямобочным профилем шлица. Обозначение посадок шлицевых соединений с эвольвентным профилем шлица. Методы и средства контроля нормируемых параметров.

Раздел 6. Нормирование точности размеров деталей резьбовых соединений

6.1. Виды и основные параметры резьб. Допуски и посадки резьбовых соединений с зазором, переходных и с натягом. Обозначение посадок резьбовых соединений на чертежах. Методы и средства контроля нормируемых параметров резьбы.

Раздел 7. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колёс и передач

7.1. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колёс и передач

Раздел 8. Размерные цепи

8.1. Методы решения размерных цепей. Метод, обеспечивающий полную взаимозаменяемость: первая и вторая задачи.

Раздел 9. Технические измерения

9.1. Основные термины и определения. Физические величины, размерность, система СИ.

9.2. Выбор измерительных средств Выбор в зависимости от точности измерений, от организационно-технических форм контроля, от масштабов производства, от конструктивных особенностей контролируемой детали.

9.3. Средства измерений линейных размеров Меры длины концевые, штангенинструменты, микрометрические инструменты, индикаторные инструменты.

9.4. Специальные измерительные средства Классификация калибров, допуски гладких предельных калибров, маркировка калибров.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел								
	Знать:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	общетехнические системы стандартов ЕСДП и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:									
5	выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:									
9	навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации	+	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения:										

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК									
14	ПК-3. Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения	ПК-3.1. Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения; ПК-3.2. Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса; ПК-3.3. Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в объеме 32 акад. ч. (в 7 семестре, разделы 1-3).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Погрешности измерений и причины их возникновения	1
2		Практическое занятие 2. Настройка индикатора на заданный размер по блоку концевых мер длины и контроль размеров деталей сравнительным методом	1
3		Практическое занятие 3. Схематичное изображение полей допусков	2
4	2	Практическое занятие 4. Допуски и посадки гладких цилиндрических поверхностей. Расшифровки обозначений допусков и посадок	4
5	3	Практическое занятие 5. Системы допусков и посадок подшипников качения	4
6	4	Практическое занятие 6. Выбор, расчет и контроль показателей точности шпоночных соединений	4
7	5	Практическое занятие 7. Выбор, расчет и контроль показателей точности шлицевых соединений. Выбор посадок в шлицевых соединениях	4
8	6	Практическое занятие 8. Обозначение посадок резьбовых соединений на чертежах. Методы и средства контроля нормируемых параметров резьбы	4
9	7	Практическое занятие 9 Методы и средства контроля зубчатых колес и передач	4
10	8	Практическое занятие 10. Расчет допусков размеров входящих в размерные цепи различными методами	2
11	9	Практическое занятие 11. Измерение размеров гладких цилиндрических поверхностей с помощью штангенинструментов	2
12		Практическое занятие 12. Метрологические характеристики средств измерений	2
Итого			32

6.2. Лабораторные работы

Лабораторный практикум по дисциплине «Основы взаимозаменяемости и нормирования точности изделий машиностроения» в соответствии с учебным планом по направлению подготовки **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств) не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Основы взаимозаменяемости и нормирования точности изделий машиностроения» предусмотрена самостоятельная работа в объеме 60 ч в 7 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;
- реферативно-аналитическую работу;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

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. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Связь между нормированием точности и качеством изделий машиностроения.
2. Основные понятия, связанные со средствами измерения, классификация средств измерения.
3. Основные источники погрешностей: несовершенство средств измерения: отклонения условий измерения от номинальных; несовершенство метода измерения.
4. Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы.
5. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного метрологического контроля и надзора.
6. Важнейшие законодательные акты и нормативные документы РФ по метрологии и метрологическому обеспечению.
7. Основные термины, применяемые в метрологии.
8. Классификация измерений.
9. Классификация средств измерений.
16. Принципы построения системы допусков и посадок ИСО.
17. Нормирование точности типовых деталей и соединений (гладких цилиндрических, резьбовых деталей и соединений, зубчатых деталей и передач, шпоночных и шлицевых деталей и соединений).
18. Современные средства измерений и контроля геометрической точности деталей.
19. Система нормирования и стандартизации показателей геометрической точности и шероховатости поверхностей деталей.
20. Обработка результатов измерений и контроля.

Максимальное количество баллов за подготовку доклада – 20 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Каждая контрольная работа продолжается один академический час. Перед началом работы каждому студенту раздается письменное задание, содержащее два вопроса.

Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

Максимальная оценка - 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Дайте определение взаимозаменяемости.
2. Что такое точность изделий машиностроения?
3. Что понимается под точностью деталей?
4. Дайте определения конструкторской, технологической и эксплуатационной точности.
5. Приведите классификацию геометрических параметров деталей.
6. Какие вы знаете показатели точности изделий?
7. Определить значение допуска, наибольший и наименьший предельные размеры.
8. Определить верхнее и нижнее предельные отклонения.
9. Определить годность валов и отверстий по результатам измерений
10. Изобразить графически поля допусков валов и отверстий
11. Определить возможные наибольший и наименьший зазоры или натяги
12. Определение значений предельных отклонений отверстия и вала по заданной посадке и заданным условиям
13. Расшифровать условное обозначение шероховатости на чертежах. Дать определение каждому параметру.
14. Расшифровать обозначение на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей.
15. Для указанного в задании соединения, исходя из условия работы, выбрать систему допусков и посадок деталей соединения, квалитеты, назначить посадку.
16. Определить предельные размеры деталей соединения, допуски размеров отверстия и вала, предельные зазоры или натяги, допуск посадки.
17. Рассчитать величины погрешностей форм и шероховатость поверхностей деталей соединения.
18. Построить схему расположения полей допусков с указанием числовых значений всех параметров.
19. Выполнить чертежи деталей, входящих в соединение, сборочный чертеж соединения, проставив размеры, значение шероховатости поверхности и погрешности форм

Раздел 3-7. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

Максимальная оценка - 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Определить размеры и класс точности подшипника; вид нагружения колец и посадки по сопрягаемым поверхностям.
2. Определить предельные размеры сопрягаемых деталей, рассчитать зазоры и натяги в соединениях.
3. Установить допустимые величины шероховатости, отклонений формы посадочных поверхностей и биение заплечиков валов и отверстий в корпусах.
4. Построить схемы расположения полей допусков деталей подшипникового соединения.

5. Выполнить чертежи посадочных поверхностей вала и корпуса, выполнить сборочный чертеж соединения
6. Определить размеры шпонки, шпоночных пазов вала и втулки.
7. Определить характер сопряжения шпонки с валом и втулкой, назначить посадки.
8. Определить предельные размеры сопрягаемых поверхностей, рассчитать зазоры и натяги в соединениях.
9. Построить схему расположения полей допусков деталей шпоночного соединения.
10. Рассчитать величины погрешностей расположения и установить шероховатость поверхностей деталей соединения.
11. Выполнить чертёж соединений и отдельно деталей соединения с указанием размеров, допусков и шероховатости поверхностей.
12. Классификация резьб по различным признакам
13. Параметры метрической резьбы
14. Правила обозначения резьб
15. Виды зубчатых колес по эксплуатационному назначению
16. Требования к точности зубчатых колес
17. Нормирование точности зубчатых колес
18. Выбрать и рассчитать посадки на соединения подшипника качения с корпусом и валом в узле редуктора.
19. Для заданной посадки шпоночного соединения определить по таблицам значения предельных отклонений, рассчитать зазоры или натяги, построить схемы полей допусков.
20. Расшифровать обозначения шлицевых соединений на чертежах Для заданной посадки шлицевого соединения определить по таблицам значения предельных отклонений, рассчитать зазоры или натяги, построить схемы полей допусков
21. Расшифровать условное обозначение резьбы.
22. Расшифровать условное обозначение точности цилиндрических зубчатых колес и передач.

Раздел 8-9. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Что такое действительный размер?
2. Условие годности размера
3. Конструкция универсальных средств измерений линейных размеров
4. Метрологические характеристики универсальных средств измерений линейных размеров
5. Правила измерения универсальными средствами измерений линейных размеров и правила снятия показаний
6. Определить допуск, предельные размеры замыкающего звена (первая задача)
7. Определить допуски и предельные отклонения всех составляющих звеньев цепи (вторая задача)
8. Определить размерность физических величин
9. Выбрать средство измерений для измерения размера
10. Определить предельные размеры и допуск контролируемого размера.
11. Определить допускаемую погрешность измерений.
12. Выбрать средство измерений.
13. Описать условия проведения измерений выбранным средством измерений

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт)

Максимальное количество баллов на зачёте – 40 баллов. Задание к зачёту содержит 2 вопроса: 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт).

1. Классификация соединений деталей машин.
 2. Понятие взаимозаменяемости. Виды взаимозаменяемости. Коэффициент взаимозаменяемости.
 3. Понятие точности. Линейные размеры и отклонения. Допуски размеров.
 4. Зазоры и натяги. Посадка. Группы посадок, допуск посадки.
 5. Основные отклонения. Квалитеты. Поля допусков размеров.
 6. Системы посадок. Обозначение посадок в системе отверстия и в системе вала.
 7. Неуказанная точность размеров на чертежах.
 8. Допуски и посадки подшипников качения.
 9. Виды нагружения колец подшипников. Выбор посадок подшипников качения.
 10. качения.
 11. Параметры шероховатости, обозначение и контроль шероховатости
 12. поверхности.
 13. Отклонения формы плоских поверхностей. Обозначение и нормирование.
 14. Отклонения формы цилиндрических поверхностей. Обозначение и
 15. нормирование.
 16. Отклонения расположения поверхностей. Обозначение и нормирование.
 17. Взаимозаменяемость шпоночных соединений (назначение, поля допусков на основные параметры, виды соединений, обозначение на чертежах).
 18. Взаимозаменяемость шлицевых соединений прямобочных и эвольвентных (назначение, способы центрирования, обозначение).
 19. Взаимозаменяемость резьбовых соединений. Посадки с зазором.
 20. Взаимозаменяемость резьбовых соединений. Посадки переходные.
 21. Взаимозаменяемость резьбовых соединений. Посадки с натягом.
 22. Взаимозаменяемость зубчатых передач (классификация, погрешности, нормирование).
 23. Гладкие калибры-пробки для контроля отверстий. Номинальные
 24. размеры. Характеристики. Поля допусков калибров. Маркировка калибров.
 25. Гладкие калибры-скобы для контроля валов. Номинальные размеры.
 26. Характеристики. Поля допусков калибров. Маркировка калибров.
 27. Решение размерных цепей. Метод полной взаимозаменяемости. Первая задача.
 28. Решение размерных цепей. Метод полной взаимозаменяемости. Вторая задача.
- Определить значения предельных отклонений отверстия и вала по заданной посадке и заданным условиям
29. Записать обозначение посадки на чертеже: система основного отверстия, система основного вала, гарантированный зазор, гарантированный
 30. натяг, переходная посадка
 31. Расшифровать условное обозначение шероховатости. Дать определение каждому параметру
 32. Расшифровать обозначение на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей
 33. Расшифровать обозначение шлицевого соединения
 34. Расшифровать условное обозначение резьбы
 35. Расшифровать условное обозначение точности цилиндрических зубчатых колес и передач

36. Определить допуск, предельные размеры замыкающего звена (первая задача)
37. задача)
38. Определить допуски и предельные отклонения всех составляющих
39. звеньев цепи (вторая задача)
40. Определить размерность физической величины

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1 Медведева, О.И. Взаимозаменяемость и нормирование точности: учебное пособие / О. И. Медведева, М. В. Семибратова. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2013. – 147 с.

2 Взаимозаменяемость и нормирование точности: задания к выполнению самостоятельной работы. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2014. – 36 с.

3 Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - М.: Инновационное машиностроение, 2016. – 567 с.

4 Мерзликина, Н. В. Взаимозаменяемость и нормирование точности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Мерзликина, В. С. Секацкий, В. А. Титов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 192 с.// ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1 Афанасьев, А.А. Взаимозаменяемость: учебник для вузов / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - М.: Академия, 2010. – 352 с.

2 Зайцев, Г.Н. Нормирование точности геометрических параметров машин: учебное пособие для вузов / Г. Н. Зайцев, С. А. Любомудров, В. К. Федюкин; Под ред. В.К. Федюкина. - М.: Академия, 2008. – 363 с.

3 Клименков, С.С. Взаимозаменяемость и нормирование точности в машиностроении: учебник для вузов / С. С. Клименков. - Минск; М.: Новое знание; Инфра-М, 2013. – 247 с.

4 Марков, Н.Н. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие для вузов / Н. Н. Марков, В. В. Осипов, М. Б. Шабалин; Под ред. Ю.М. Соломенцева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2001. - 336с.

5 Медведева, О.И. Метрология и нормирование точности: учебное пособие / О. И. Медведева, М. В. Семибратова. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 1997. – 112 с.

6 Никифоров, А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебное пособие для вузов / А. Д. Никифоров. - М.: Высшая школа, 2003; 2000. – 511 с.

7 Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие для вузов / С. Г. Емельянов, Е. А. Кудряшов, Е. И. Яцун и др. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012. – 439 с.

8 Выбор показателей точности для типовых соединений в машиностроении: учебное пособие для вузов / В. П. Меринов, Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Е. С. Кириллов. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014; 2010. – 123 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290

- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114

- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120

- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996

2. Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005

3. Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999

4. Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010

5. Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995

6. Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998

7. Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997

8. Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011

9. Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

10. Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996

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.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. 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.

7. 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).

8. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 50);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1727628 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 проводятся в форме лекций, практических занятий, 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.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям; наборы образцов и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика

			и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно -справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила,	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

	стандарты России».	С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.

7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.CO M»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная	Систематизация, корректировка профилей

	система Science Index	библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotaccess	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт –	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных

		https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf	публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOSGeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOlJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access .	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных

			материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
19	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instruct	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям

		ions/elsevier_instructions.pdf).	естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	IOP	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте IOP из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

23	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations ?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instruct ions/proquest_instructions.pdf)	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение	12 месяцев (ежегодное продление

	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams		Microsoft OVS-ES № V6775907	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	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
1	2	3
Раздел 1. Взаимозаменяемость. Нормирование точности размеров деталей гладких цилиндрических соединений	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСДП и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	Оценка за контрольную работу №1, доклад, зачёт

Раздел 2. Нормирование шероховатости поверхности, точности формы и расположения поверхностей	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСДП и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	Оценка за контрольную работу №1, доклад, зачёт
Раздел 3. Нормирование точности подшипников качения	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц;	Оценка за контрольную работу №2, доклад, зачёт

	- общетехнические системы стандартов ЕСПД и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации..	
Раздел 4. Нормирование точности шпоночных соединений	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСПД и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему	Оценка за контрольную работу №2, доклад, зачёт

	нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	
Раздел 5. Нормирование точности шлицевых соединений	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСПД и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и	Оценка за контрольную работу №2, доклад, зачёт

	контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	
Раздел 6. Нормирование точности размеров деталей резьбовых соединений	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСПД и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию;	Оценка за контрольную работу №2, доклад, зачёт

	- устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	
Раздел 7. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колёс и передач	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСПД и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий,	Оценка за контрольную работу №2, доклад, зачёт

	нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	
Раздел 8. Размерные цепи	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСДП и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям	Оценка за контрольную работу №3, доклад, зачёт

		регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий; - навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	
Раздел Технические измерения	9.	Знает: - принципы нормирования и расчета точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц; - общетехнические системы стандартов ЕСПД и ОНВ, регламентирующие точность гладких и сложных соединений и их деталей, зубчатых колес и передач; - классификацию, понятия, систему нормирования и способы указания на чертежах параметров геометрической точности изделий (машин, их частей и деталей); - методы и средства измерения и контроля параметров геометрической точности изделий. Умеет: - выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц; - рассчитывать точность ответственных соединений деталей изделий, нормировать параметры точности изделий; - выполнять работу по оценке соответствия параметров точности продукции требованиям регламентирующей документации. Владеет: - навыками работы с универсальными и специальными средствами измерения и контроля параметров точности изделий;	Оценка за контрольную работу №3, доклад, зачёт

	- навыками использования нормативной документации, справочной литературы и других информационных источников для решения задач нормирования и контроля точности изделий; - навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; - навыками проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.	

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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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 взаимозаменяемости и нормирования точности изделий машиностроения»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и

нефтехимических производств

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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии»

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена (к.х.н, кафедра химической технологии пластических масс,
Сиротин И.С.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет (ФГОС ВО) специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), накопленным опытом преподавания предмета ПИШ ХИМ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «Аддитивные технологии» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области проектирования и технологий производства полимеров и композиционных материалов.

Цель дисциплины – разработка CAD моделей для 3D печати и освоение новых технологий производства сложных изделий для авиастроения, машиностроения, судостроения, нефтегазовой отрасли и других областях. Печать изделий из пластика, металлов, керамики, а также анализ полученных результатов.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов представлений о технологии создания изделий, которые отличаются от традиционных методов, таких как прессование, литье и обработка;
- получение студентами знаний о существующих технологиях 3D печати, понимать необходимость использования тех или иных технологий для изготовления сложных изделий;
- понять основные особенности при изготовлении изделий с использованием CAD моделей.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Аддитивные технологии» при подготовке студентов по направлению подготовки **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств) направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен с использованием средств цифрового инжиниринга проектировать химико-технологические системы, специальное технологическое оборудование и технологическую оснастку	ПК-1.1. Знает принципы проектирования и создания химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки
			ПК-1.2. Умеет проектировать и обеспечивать технологичность химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки, в том числе с использованием средств цифрового инжиниринга
			ПК-1.3. Владеет современной методологией проектирования и создания химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки, в том числе с использованием средств цифрового инжиниринга и применяет ее на практике

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- рынок современных технологий 3D печати, основные методы печати;
- национальные и международные стандарты в аддитивных технологиях;
- основные преимущества и ограничения 3D печати;
- средства моделирования и создания 3D моделей;
- практические методы изготовления изделий с использованием 3D печати;
- практические методы обработки и улучшения поверхности изделий.

Уметь:

- оценивать целесообразность применения аддитивных технологий для изготовления изделий;
- выбирать необходимые технологии 3D печати для изготовления критических изделий;
- исследовать напечатанные образцы;
- анализировать структуру и механические характеристики напечатанных образцов.

Владеть:

- методами изготовления аддитивных образцов для проведения физико-механических испытаний;
- навыками разработки нормативных требований к сложным изделиям из металлов, пластиков и керамики;
- анализом полученных структур.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	162
Контактная работа аудиторные занятия:	3,11	112	84
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Лекции	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Лабораторные работы (ЛР)	1,33	48	36
Самостоятельная работа	1,89	68	51
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,89	68	51
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№№ п/п	Наименование раздела	Академ. часы				
		Всего	Лек.	Пр. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Введение	72	12	12	16	24
1.1	Общая информация об аддитивных технологиях	13	-	-	5	8
1.2	Методы создания CAD моделей	25	6	6	5	8
1.3	Технологии печати	26	6	6	6	8
2	Раздел 2. Нанесение защитных покрытий на изделия	72	6	6	16	22
2.1	Методы обработки поверхности, методы нанесения защитных покрытий	36	6	6	8	11
2.2	Материалы, используемые для печати и нанесения защитных покрытий	36	-	-	8	11
3	Раздел 3. Методы анализа полученных структур	72	14	14	16	22
3.1	Методы подготовки и анализа напечатанных образцов	36	8	8	8	11
3.2	Механические характеристики напечатанных образцов	36	6	6	8	11
Итого		216	32	32	48	68

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение

1.1. Общая информация об аддитивных технологиях. Рынок 3D печати, основные особенности, существующие производители оборудования. Обзор технологий печати

1.2. Методы создания CAD моделей. Основные программные пакеты, используемые для создания моделей. Методы создания поддержек.

1.3. Технологии печати. Методы печати пластиком. Обзор технологий печати металлами. Технологии binder jetting, прямого лазерного выращивания из порошковой смеси, технология селективного лазерного спекания, технологии электронного луча. Технологии печати керамикой. Основные производители оборудования.

Раздел 2. Нанесение защитных покрытий на изделия

2.1. Методы обработки поверхности, методы нанесения защитных покрытий. Нанесение защитных покрытий с использованием газотермического напыления.

2.2. Материалы, используемые для печати и нанесения защитных покрытий. Полимеры, металлы и керамика для печати изделий и создания защитных покрытий.

Раздел 3. Методы анализа полученных структур

3.1. Методы подготовки и анализа напечатанных образцов. Подготовка поверхности образцов для исследования микроструктуры, исследование пористости и микротвердости. Обзор основных методов анализа структурного и фазового состава образцов, получаемых с использованием технологий 3D печати.

3.2. Механические характеристики напечатанных образцов. Методы и стандарты механических испытаний ПКМ – ГОСТ, ISO, ASTM. Виды испытаний. Планирование испытаний. Методы оценки повторяемости и воспроизводимости результатов испытаний. Методы испытаний на воздействие внешних факторов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:				
	Знать:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
1	рынок современных технологий 3D печати, основные методы печати		+	+	+
2	национальные и международные стандарты в аддитивных технологиях		+	+	+
3	основные преимущества и ограничения 3D печати		+	+	+
4	средства моделирования и создания 3D моделей		+	+	+
5	практические методы изготовления изделий с использованием 3D печати		+	+	+
6	практические методы обработки и улучшения поверхности изделий		+	+	+
	Уметь:				
7	оценивать целесообразность применения аддитивных технологий для изготовления изделий		+	+	+
8	выбирать необходимые технологии 3D печати для изготовления критических изделий		+	+	+
9	исследовать напечатанные образцы		+	+	+
10	анализировать структуру и механические характеристики напечатанных образов		+	+	+
	Владеть:				
11	методами изготовления аддитивных образцов для проведения физико-механических испытаний		+	+	+
12	навыками разработки нормативных требований к сложным изделиям из металлов, пластиков и керамики		+	+	+
13	анализом полученных структур		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
14	ПК-1. Способен с использованием средств цифрового инжиниринга проектировать химико-	ПК-1.1. Знает принципы проектирования и создания химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки	+	+	+

	технологические системы, специальное технологическое оборудование и технологическую оснастку	ПК-1.2. Умеет проектировать и обеспечивать технологичность химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки, в том числе с использованием средств цифрового инжиниринга	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет современной методологией проектирования и создания химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки, в том числе с использованием средств цифрового инжиниринга и применяет ее на практике	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в объеме 32 акад. ч. (в 8 семестре, разделы 1-3).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Методы создания 3D моделей.	6
2		Практическое занятие 2. Фотополимерные принтеры, FDM принтеры.	3
3		Практическое занятие 3. Проектирование изделия под 3D печать металлом.	3
4	2	Практическое занятие 4. Нанесение защитных покрытий с использованием газотермического напыления	6
5	3	Практическое занятие 5. Подготовка поверхности образцов для исследования микроструктуры, исследование пористости и микротвердости	4
6		Практическое занятие 6. Испытания образцов на растяжение, сжатие и изгиб.	4
7		Практическое занятие 7. Измерение геометрических параметров напечатанных изделий, контроль точности изготовления.	6
Итого			32

6.2. Лабораторные работы

Лабораторный практикум по дисциплине «Аддитивные технологии» в соответствии с учебным планом по направлению подготовки **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств) предусмотрен обучающегося в объеме 48 акад. ч. (в 8 семестре, разделы 1-3).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы лабораторных занятий	Часы
1	1	Лабораторная работа 1. Знакомство с экосистемой аддитивных технологий и подготовка цифровой модели	6
2		Лабораторная работа 2. Сравнительный анализ технологий FDM и SLA печати.	6
3		Лабораторная работа 3. Анализ влияния параметров печати на свойства изделия (на примере FDM).	6

4	2	Лабораторная работа 4. Методы финишной обработки и анализа поверхности аддитивных изделий.	6
5		Лабораторная работа 5. Основы газотермического напыления. Изучение структуры покрытий.	6
6	3	Лабораторная работа 6. Металлографический анализ микроструктуры аддитивного образца.	6
7		Лабораторная работа 7. Испытание на микротвердость и анализ механических свойств.	6
8		Лабораторная работа 8. Анализ стандартов и планирование механических испытаний.	6
Итого			48

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Аддитивные технологии» предусмотрена самостоятельная работа в объеме 68 ч в 8 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;
- реферативно-аналитическую работу;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

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. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Программа «Технет».
2. Дорожная карта программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
3. Основные производители филамента в России и за рубежом.
4. Особенности производства филамента для 3D печати, контроль качества филамента.
5. FDM печать в технологии металлических
6. изделий.
7. FDM печать в технологии керамических изделий.
8. Основные характеристики керамических изделий, получаемых с использованием фотополимерных методов печати.
9. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов
10. печати.
11. Основные характеристики керамических изделий, получаемых с использованием фотополимерных методов печати.

12. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов печати.
13. Технологии на основе электродов.
14. Плазменная наплавка.
15. Рынок металлических порошков для аддитивных технологий.
16. Требования к сырью для производства металлических порошков для аддитивных технологий.
17. Упаковка и хранение металлических порошков.
18. Характеристики литейных форм.
19. Контроль качества литейных форм.
20. Конструкция литейных форм.
21. Виды литья, их особенности.
22. Моделирование процессов при сплавлении пластиков.
23. Моделирование процессов, протекающих при FDM печати.
24. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям

Максимальное количество баллов за подготовку доклада – 20 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Каждая контрольная работа продолжается один академический час. Перед началом работы каждому студенту раздается письменное задание, содержащее два вопроса.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

Максимальная оценка - 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.
3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
4. Основные понятия и определения.
5. Классификация аддитивных технологий.
6. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в отраслях.
7. Концепция «цифровых двойников».
8. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
9. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
10. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

Максимальная оценка - 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 5 баллов за первый вопрос, 10 баллов за второй вопрос.

1. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
2. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
3. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
4. FDM печать композиционных материалов.
5. Применения FDM печати.
6. Стереолитография.
7. Особенности DLP технологии.

8. Особенности LCD технологии.
9. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
10. Применения стереолитографии.
11. MJM технологии.
12. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.
13. SLS технология.
14. Применяемые в SLS материалы и их свойства.
15. Применения SLS печати.
16. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.
17. Селективное лазерное сплавление.
18. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.
19. Лазерная наплавка.
20. Электронно-лучевая плавка.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 5 баллов за первый вопрос, 10 баллов за второй вопрос.

1. Требования к компьютерным моделям, предназначенным для производства на установках послойного синтеза;
2. Особенности и требования технологий последующей обработки деталей на токарных и фрезерных станках с ЧПУ
3. Особенности использования синтезированных объектов для литья в качестве выплавляемых или выжигаемых моделей, литейных форм и стержней
4. Технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ,
5. Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков, установок
6. гидроабразивной обработки и систем бесконтактной оцифровки Порошковая металлургия (компактирование нанопорошков)
7. Кристаллизация из аморфного состояния
8. Различные методы нанесения наноструктурных покрытий
9. Методы избавления от дефектов
10. Постобработка. Механическая обработка изделий.
11. Режимы механической обработки для различных видов материалов.
12. Постобработка. Термическая обработка
13. Режимы термической обработки для различных материалов 3
14. Постобработка. Химическая обработка.
15. Конструкции аппаратов химической обработки для различных материалов
16. Оптимизация печати с учетом постобработки
17. Приборы комплексной постобработки. Обзор рынка.
18. Поправки и итерации печати. Методики работы.
19. Вторичная переработка материалов печати.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен)

Максимальное количество баллов на экзамене – 40 баллов. Задание к экзамену содержит 2 вопроса: 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен).

1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.
3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
4. Основные понятия и определения.
5. Классификация аддитивных технологий.
6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
9. FDM печать композиционных материалов.
10. Применения FDM печати.
11. Стереолитография.
12. Особенности DLP технологии.
13. Особенности LCD технологии.
14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
15. Применения стереолитографии.
16. MJM технологии.
17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.
18. SLS технология.
19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.
20. Применения SLS печати.
21. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.
22. Селективное лазерное сплавление.
23. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.
24. Лазерная наплавка.
25. Электронно-лучевая плавка.
26. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.
27. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.
28. Применения 3D печати металлами.
29. Требования к порошкам для 3D печати металлами.
30. Газовая атомизация.
31. Центробежная атомизация.
32. Плазменная сфероидизация.
33. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.
34. Binder jetting печать.
35. Применяемые в технологии Binderjetting материалы и их свойства.
36. Применения технологии Binder jetting.
37. 3d печать литейных форм.
38. 3d печать мастер моделей.
39. 3d печать выжигаемых моделей.
40. Показатели качества напечатанных деталей.
41. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий.
42. Неизотропность свойств.
43. Контрольно-измерительные машины.

44. 3D сканирование.
45. Компьютерная томография.
46. Конвертация моделей в STL формат.
47. Программы-слайсеры.
48. Построение поддержек, выполняемые ими функции.
49. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
50. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в отраслях.
51. Концепция «цифровых двойников».
52. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
53. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
54. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (8 семестр)

Экзамен по дисциплине «Аддитивные технологии» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 15 баллов, третий вопрос – 15 баллов.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	ПИИХ ХИМ
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств)
Билет № 1 1. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов. 2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий 3. Построение поддержек, выполняемые ими функции	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Трофимов А.В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии, СанктПетербург : СПбГЛТУ, 2019, 2019, [Электронный ресурс]: учебное пособие - <https://e.lanbook.com/book/120060>
2. Минаева, Н. И. [и др.] Теория соединения металлических материалов в аддитивном производстве, Москва : РТУ МИРЭА, 2020, [Электронный ресурс]: учебное пособие - <https://e.lanbook.com/book/171440>

3. Кравченко, Е. Г., Верещагина, А. С., Верещагин, В. Ю. Аддитивные технологии в машиностроении, Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2018, [Электронный ресурс]: <https://e.lanbook.com/book/151709>

4. Преображенская, Е.В., Зуев, В.В., Мышечкин, А.А. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств. Часть 2, Москва: РТУ МИРЭА, 2021, [Электронный ресурс]: учебное пособие - <https://e.lanbook.com/book/182471>

Дополнительная литература:

1. Кулик, В.И., Нилов, А.С. Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники, Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018 [Электронный ресурс]: учебное пособие - <https://e.lanbook.com/book/122070>

2 Технология получения композиционных материалов на основе армированных полимеров [Текст] : учебное пособие / Т. П. Кравченко [и др.]. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 79 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокмолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокмолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокмолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. [Архив Издательства American Association for the Advancement of Science.Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

2. [Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

3. [Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

4. [Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

5. [Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

6. [Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

7. [Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

8. [Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

9. [Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

10. [Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

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.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. 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.

7. 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).

8. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 50);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1727628 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 проводятся в форме лекций, практических занятий, 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.

Лаборатория аддитивных технологий. Лаборатория механических испытаний.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям; наборы образцов и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по аддитивным технологиям.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» -

		ЭБС.	изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно -справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы,	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

	правила, стандарты России».	Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.

7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.CO M»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная	Систематизация, корректировка профилей

	система Science Index	библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotaccess	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт –	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных

		https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf	публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOSGeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOlJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access .	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных

			материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
19	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instruct	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям

		ions/elsevier_instructions.pdf).	естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	IOP	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте IOP из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

23	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations ?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instruct ions/proquest_instructions.pdf)	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение	12 месяцев (ежегодное продление

	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams		Microsoft OVS-ES № V6775907	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	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
1	2	3
Раздел 1. Введение	Знает: - рынок современных технологий 3D печати, основные методы печати; - национальные и международные стандарты в аддитивных технологиях; - основные преимущества и ограничения 3D печати; - средства моделирования и создания 3D моделей; - практические методы изготовления изделий с использованием 3D печати; - практические методы обработки и улучшения поверхности изделий. Умеет: - оценивать целесообразность применения аддитивных технологий для изготовления изделий; - выбирать необходимые технологии 3D печати для изготовления критических изделий; - исследовать напечатанные образцы; - анализировать структуру и механические характеристики напечатанных образов. Владеет: - методами изготовления аддитивных образцов для проведения физико-механических испытаний; - навыками разработки нормативных требований к сложным изделиям из металлов, пластиков и керамики; - анализом полученных структур.	Оценка за контрольную работу №1, доклад, экзамен
Раздел 2. Нанесение защитных покрытий на изделия	Знает: - рынок современных технологий 3D печати, основные методы печати; - национальные и международные стандарты в аддитивных технологиях; - основные преимущества и ограничения 3D печати; - средства моделирования и создания 3D моделей; - практические методы изготовления изделий с использованием 3D печати; - практические методы обработки и улучшения поверхности изделий. Умеет:	Оценка за контрольную работу №2, экзамен

	- оценивать целесообразность применения аддитивных технологий для изготовления изделий; - выбирать необходимые технологии 3D печати для изготовления критических изделий; - исследовать напечатанные образцы; - анализировать структуру и механические характеристики напечатанных образцов. Владеет: - методами изготовления аддитивных образцов для проведения физико-механических испытаний; - навыками разработки нормативных требований к сложным изделиям из металлов, пластиков и керамики; - анализом полученных структур.	
Раздел 3. Методы анализа полученных структур	Знает: - рынок современных технологий 3D печати, основные методы печати; - национальные и международные стандарты в аддитивных технологиях; - основные преимущества и ограничения 3D печати; - средства моделирования и создания 3D моделей; - практические методы изготовления изделий с использованием 3D печати; - практические методы обработки и улучшения поверхности изделий. Умеет: - оценивать целесообразность применения аддитивных технологий для изготовления изделий; - выбирать необходимые технологии 3D печати для изготовления критических изделий; - исследовать напечатанные образцы; - анализировать структуру и механические характеристики напечатанных образцов. Владеет: - методами изготовления аддитивных образцов для проведения физико-механических испытаний; - навыками разработки нормативных требований к сложным изделиям из металлов, пластиков и керамики; - анализом полученных структур.	Оценка за контрольную работу №3, 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 05.04.2017 № 301);

- 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 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Аддитивные технологии»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и

нефтехимических производств

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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технологическая подготовка производства (САМ)»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом кафедры химической технологии пластических масс И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__» 20__ г., протокол №__.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – специалитета по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины ПИШ ХИМ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Технологическая подготовка производства (САМ)»** относится к дисциплинам основной части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Программа дисциплины направлена на формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области автоматизированной технологической подготовки производства, необходимых для эффективной работы в условиях цифровой трансформации машиностроительных предприятий химической отрасли.

Цель дисциплины – сформировать у обучающихся комплексные знания и практические навыки в области автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) для проектирования и изготовления технологических машин и комплексов в химической отрасли, обеспечив их готовность к применению современных цифровых технологий.

Задачи дисциплины – обеспечить студентов необходимыми теоретическими знаниями и практическими навыками для эффективного использования современных САМ-технологий в проектировании и производстве технологических машин и комплексов для химической отрасли.

Дисциплина «Технологическая подготовка производства (САМ)» преподается в 6 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**: ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3.

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
-	ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве	ОПК-1.1. Знает современные тенденции развития науки и машиностроения и может оценить их влияние на инженерную деятельность; ОПК-1.2. Умеет выявлять актуальные для современной науки и машиностроения тематики инженерных разработок; ОПК-1.3. Владеет навыками планирования инженерной деятельности с учетом специфики машиностроительного производства.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- Основные принципы и методы автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) в машиностроении.
- Современное программное обеспечение и технологии, применяемые в САМ-системах для химического машиностроения.
- Методы оптимизации технологических процессов, включая выбор режимов обработки и оценку их экономической эффективности.

Уметь:

- Разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ с использованием специализированного САМ-ПО.
- Моделировать и анализировать технологические процессы обработки деталей с учетом специфики химического машиностроения.
- Интегрировать САМ-системы в цифровые производственные цепочки.

Владеть:

- Навыками работы с профессиональными CAD/CAM-системами, применяемыми в промышленности.
- Методами проектирования технологической оснастки и разработки технологических карт.
- Способностью оценивать технологические возможности производства и выбирать оптимальные решения для снижения себестоимости и повышения качества продукции.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа аудиторные занятия:	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Лекции	0,44	16	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>			
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
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. (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. Основы САМ-технологий в машиностроении.	27	-	4	-	8	-	-	-	15
1.1	Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства	9		2		2				5
1.2	Принципы числового программного управления в машиностроении	9		1		3				5
1.3	Стандарты и форматы представления управляющих программ	9		1		3				5
2.	Раздел 2. Проектирование технологических процессов.	27	-	4	-	8	-	-	-	15
2.1	Методы разработки цифровых моделей для механической обработки	9		1		3				5
2.2	Стратегии и параметры обработки деталей средней сложности	9		2		2				5
2.3	Оптимизация технологических режимов для различных материалов	9		1		3				5
3	Раздел 3. Практическое применение САМ-систем	27		4		8				15
3.1	Интерфейс и базовый функционал современных САМ-пакетов	9		1		3				5

3.2	Разработка управляющих программ для типовых технологических операций	9		1		3				5
3.3	Верификация и отладка управляющих программ с использованием симуляторов	9		2		2				5
4.	Раздел 4. Проектная деятельность и инновации в САМ-технологиях.	27		4		8				15
4.1	Интеграция САМ-решений в цифровые производственные цепочки	9		2		2				5
4.2	Автоматизация проектирования технологических процессов для сложных деталей	9		1		3				5
4.3	Перспективы развития САМ-технологий в химическом машиностроении	9		1		3				5
	ИТОГО	108	-	16	-	32	-	-	-	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы САМ-технологий в машиностроении.

1.1 Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства.

В данном подразделе рассматривается эволюция и современное состояние систем автоматизированной технологической подготовки производства. Особое внимание уделяется месту САМ-систем в общем цикле цифрового производства, их взаимосвязи с САД-проектированием и САЕ-анализом. Анализируются популярные на рынке программные решения, их сравнительные характеристики и области применения в машиностроении.

1.2 Принципы числового программного управления в машиностроении.

Посвящено фундаментальным основам работы оборудования с числовым программным управлением. Подробно рассматриваются архитектура и принципы функционирования современных станков с ЧПУ, их классификация по видам обработки и степени автоматизации. Особое внимание уделяется структуре управляющих программ, системе координат и базовым командам (G-кодам). Анализируются особенности программирования различных типов оборудования, включая токарные, фрезерные и многоцелевые обрабатывающие центры, что формирует у студентов целостное понимание технологических возможностей современного машиностроительного производства.

1.3 Стандарты и форматы представления управляющих программ.

Изучаются международные и отраслевые стандарты программирования станков с ЧПУ. Рассматривается эволюция языков программирования от ISO-кодов до современных CLDATA-форматов. Особое внимание уделяется особенностям постпроцессорной обработки и адаптации управляющих программ под конкретные модели оборудования. Анализируются проблемы совместимости и методы унификации программного кода, что особенно важно в условиях многономенклатурного производства. Подчеркивается роль стандартизации в обеспечении переносимости управляющих программ между различными производственными участками и предприятиями.

Раздел 2. Проектирование технологических процессов.

2.1 Методы разработки цифровых моделей для механической обработки.

Рассматриваются методы преобразования конструкторских САД-моделей в технологические модели для последующей обработки. Особое внимание уделяется особенностям подготовки геометрии, включая создание технологических баз, задание припусков и разработку вспомогательных элементов. Анализируются специфические требования к моделям для различных видов обработки, включая токарную, фрезерную и электроэрозионную. Подчеркивается важность качественной подготовки геометрии для последующей эффективной генерации управляющих программ и минимизации ручного труда технолога.

2.2. Стратегии и параметры обработки деталей средней сложности.

Посвящен методикам выбора оптимальных стратегий обработки для типовых машиностроительных деталей. Рассматриваются критерии выбора между различными видами обработки (черновой, получистовой, чистовой) и соответствующими технологическими приемами. Особое внимание уделяется расчету режимов резания, выбору режущего инструмента и формированию оптимальных траекторий движения инструмента. Анализируются типовые ошибки при программировании и методы их предотвращения, что позволяет студентам выработать практические навыки разработки технологических процессов.

2.3. Оптимизация технологических режимов для различных материалов.

Изучаются особенности обработки различных групп материалов, используемых в химическом машиностроении. Рассматриваются специфические требования к обработке коррозионностойких сталей, титановых сплавов и специальных композиционных

материалов. Особое внимание уделяется методам повышения эффективности обработки через оптимизацию режимов резания, выбор специализированного инструмента. Анализируются проблемы стойкости инструмента и качества обработанной поверхности при работе с труднообрабатываемыми материалами, характерными для химического машиностроения.

Раздел 3. Практическое применение САМ-систем

3.1. Интерфейс и базовый функционал современных САМ-пакетов.

Подраздел знакомит студентов с практической работой в современных САМ-системах. Рассматриваются общие принципы организации интерфейса, основные панели инструментов и типовые рабочие процессы. Особое внимание уделяется методикам импорта CAD-моделей, созданию инструментальной оснастки и заданию систем координат станка. Анализируются особенности различных САМ-пакетов и их применимость для решения конкретных технологических задач. Практические занятия позволяют студентам получить первичные навыки ориентации в профессиональном программном обеспечении.

3.2. Разработка управляющих программ для типовых технологических операций.

Рассматривается практический процесс создания управляющих программ для стандартных операций механической обработки. Особое внимание уделяется методикам программирования токарных, фрезерных и сверлильных операций с учетом особенностей конкретного оборудования. Анализируются типовые технологические последовательности и методы их автоматизации в САМ-системах. Практические задания позволяют студентам отработать навыки создания полного цикла управляющей программы - от выбора заготовки до генерации конечного G-кода.

3.3. Верификация и отладка управляющих программ с использованием симуляторов.

Посвящен методам контроля и проверки созданных управляющих программ. Рассматриваются возможности встроенных симуляторов обработки, включая визуализацию траекторий, обнаружение коллизий и анализ временных параметров. Особое внимание уделяется методикам поиска и исправления ошибок в управляющих программах. Анализируются современные подходы к виртуальной наладке станков и цифровым методам проверки технологических процессов. Практические занятия позволяют студентам выработать навыки комплексной проверки программ перед их передачей на производственное оборудование.

Раздел 4. Проектная деятельность и инновации в САМ-технологиях.

4.1. Интеграция САМ-решений в цифровые производственные цепочки.

Рассматриваются вопросы комплексной интеграции САМ-систем в цифровые производственные среды. Особое внимание уделяется методам обмена данными с системами MES и ERP, автоматизации документооборота и организации сквозных цифровых процессов. Анализируются современные стандарты обмена производственными данными (STEP-NC) и их роль в создании гибких производственных систем.

4.2. Автоматизация проектирования технологических процессов для сложных деталей.

Посвящен передовым методам автоматизации технологической подготовки для особо сложных деталей. Рассматриваются технологии параметрического программирования, использование макросов и специализированных модулей для обработки сложнопрофильных поверхностей. Особое внимание уделяется методам адаптивного управления и оптимизации процессов в реальном времени. Анализируются кейсы автоматизации производства сложных деталей для химического оборудования, что позволяет студентам понять практическую значимость изучаемых технологий.

4.3. Перспективы развития САМ-технологий в химическом машиностроении.

Рассматриваются перспективные направления развития САМ-технологий применительно к химическому машиностроению. Анализируются тенденции внедрения искусственного интеллекта, облачных вычислений и цифровых двойников в

технологическую подготовку производства. Особое внимание уделяется специфическим требованиям отрасли, включая обработку специальных материалов и производство оборудования с особыми эксплуатационными характеристиками. Подчеркивается роль цифровой трансформации в повышении конкурентоспособности предприятий химического машиностроения на глобальном рынке.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	– Основные принципы и методы автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) в машиностроении.		+	+	+
2	– Современное программное обеспечение и технологии, применяемые в САМ-системах для химического машиностроения.		+		+
3	– Методы оптимизации технологических процессов, включая выбор режимов обработки и оценку их экономической эффективности.			+	+
	Уметь:				
5	– Разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ с использованием специализированного САМ-ПО.		+	+	+
6	– Моделировать и анализировать технологические процессы обработки деталей с учетом специфики химического машиностроения.		+	+	+
7	– Интегрировать САМ-системы в цифровые производственные цепочки.		+	+	+
	Владеть:				
9	– Навыками работы с профессиональными CAD/CAM-системами, применяемыми в промышленности.		+	+	+
10	– Методами проектирования технологической оснастки и разработки технологических карт.		+	+	+
11	– Способностью оценивать технологические возможности производства и выбирать оптимальные решения для снижения себестоимости и повышения качества продукции.		+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
1	ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве	ОПК-1.1. Знает современные тенденции развития науки и машиностроения и может оценить их влияние на инженерную деятельность;	+	+	+
		ОПК-1.2. Умеет выявлять актуальные для современной науки и машиностроения тематики инженерных разработок;	+	+	+

		– ОПК-1.3. Владеет навыками планирования инженерной деятельности с учетом специфики машиностроительного производства.	+	+	+

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	Разбор структуры УП - создание простой программы с ручным вводом G-кодов для фрезерной обработки.	4
2	Раздел 1	Настройка постпроцессора - адаптация выходного файла под конкретный станок с ЧПУ.	4
3	Раздел 2	Разработка маршрута обработки для корпусной детали средней сложности (3-4 операции). Оптимизация режимов резания - расчет параметров для алюминия и конструкционной стали с использованием справочников.	4
4	Раздел 2	Создание 3D-траекторий для обработки наклонных поверхностей и скруглений.	4
5	Раздел 3	Программирование контурной обработки с учетом припусков под последующую чистовую обработку. Обработка типовых элементов (пазы, карманы, отверстия) с автоматическим подбором инструмента.	4
6	Раздел 3	Валидация УП - обнаружение и устранение ошибок в программе с помощью симулятора.	4
7	Раздел 4	Связь CAD-CAM - импорт модели из САПР и подготовка к обработке (исправление геометрии, назначение материалов). Пакетная обработка - создание серии программ для семейства однотипных деталей.	4
8	Раздел 4	Анализ временных затрат - расчет длительности операций и себестоимости обработки.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные работы в рамках курса учебным планом 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, 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. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой (6 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. 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).

8.1 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля освоения дисциплины предусмотрены контрольные работы (для 3 разделов). Максимальная оценка за контрольную работу составляет 20 баллов.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Что такое САМ-система и какова ее роль в современном производстве? Перечислите основные этапы технологической подготовки производства с использованием САМ. Назовите 3 популярных САМ-программы и их ключевые особенности.
2. Рассчитайте режимы резания для фрезерной обработки алюминиевой заготовки (ширина фрезерования – 20 мм, глубина – 5 мм) с учетом: скорости резания (V_c) для алюминия – 300 м/мин, диаметр фрезы – 10 мм, число зубьев – 4. Найдите: частоту вращения шпинделя (об/мин), подачу на зуб (мм/зуб), минутную подачу (мм/мин).
3. Опишите основные преимущества использования САМ-систем по сравнению с традиционными методами технологической подготовки производства. Приведите 3 конкретных примера, как САМ-технологии помогают сократить время изготовления детали.
4. На производстве при обработке детали возникла вибрация, ухудшилось качество поверхности. Назовите 3 возможные причины проблемы. Предложите способы их устранения. Как САМ-система может помочь предотвратить такие ситуации?

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Опишите основные этапы разработки управляющей программы в САМ-системе для обработки детали средней сложности.
2. Перечислите и охарактеризуйте три наиболее распространенных типа стратегий обработки в САМ-программах.
3. Какие факторы необходимо учитывать при выборе режущего инструмента для фрезерной обработки в САМ-системе?
4. Объясните принцип работы и назначение постпроцессора в САМ-системах.
5. Опишите процесс верификации управляющих программ в САМ-системах и его значение.
6. Какие преимущества даёт использование 3D-моделирования при технологической подготовке производства?
7. Перечислите основные критерии оптимизации технологического процесса в САМ-системах.

8. Объясните, как САМ-системы помогают сократить время подготовки производства.
9. Опишите особенности обработки сложных поверхностей в САМ-системах.
10. Какие современные тенденции развития САМ-технологий вы знаете?
11. Какие виды обработки можно программировать в САМ-системах кроме фрезерования и токарной обработки?
12. Как САМ-системы помогают минимизировать количество брака при обработке деталей?
13. Какие данные необходимо подготовить перед началом работы в САМ-системе?
14. Как осуществляется контроль качества обработки с использованием САМ-технологий?
15. Какие дополнительные модули или функции в САМ-системах наиболее полезны для химического машиностроения?

Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Какие основные этапы включает процесс технологической подготовки производства с использованием САМ-систем?
2. В чем преимущества и недостатки различных стратегий черновой обработки в САМ-программировании?
3. Как выбор режущего инструмента влияет на качество обработки и производительность в САМ-системах?
4. Какие методы оптимизации обработки сложных поверхностей используются в современных САМ-программах?
5. Как осуществляется контроль и верификация управляющих программ перед передачей на станок?
6. Какие современные тенденции развития САМ-технологий наиболее актуальны для машиностроения?
7. Как интегрируются CAD/CAM/CAE-системы в единый производственный цикл?
8. Какие особенности обработки коррозионностойких материалов необходимо учитывать при САМ-программировании?
9. Как САМ-системы помогают сократить время переналадки оборудования?
10. Какие функции САМ-программ позволяют минимизировать количество ручных операций?
11. Как осуществляется расчет экономической эффективности внедрения САМ-технологий?
12. Какие требования предъявляются к квалификации оператора САМ-систем?
13. Как организовать эффективный обмен данными между CAD и САМ системами?
14. Какие проблемы могут возникнуть при переходе с ручного программирования на САМ-технологии?
15. Как оценить качество постпроцессора для конкретного станка с ЧПУ?

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой (6 семестр) – 40 баллов. Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

Примерный перечень вопросов

1. Основные понятия и задачи технологической подготовки производства (САМ)
2. Принципы числового программного управления в машиностроении

3. Современные САМ-системы и их классификация
4. Стандарты и форматы представления управляющих программ
5. Методы разработки цифровых моделей для механической обработки
6. Стратегии обработки деталей средней сложности в САМ-системах
7. Оптимизация технологических режимов для различных материалов
8. Интерфейс и базовый функционал современных САМ-пакетов
9. Разработка управляющих программ для типовых технологических операций
10. Верификация и отладка управляющих программ с использованием симуляторов
11. Интеграция САМ-решений в цифровые производственные цепочки
12. Автоматизация проектирования технологических процессов для сложных деталей
13. Перспективы развития САМ-технологий в химическом машиностроении
14. Особенности обработки коррозионностойких материалов в САМ-системах
15. Методы снижения себестоимости обработки с использованием САМ-технологий
16. Анализ технологичности конструкций в САМ-системах
17. Применение искусственного интеллекта в САМ-программировании
18. Организация рабочего пространства и настройка параметров в САМ-системах
19. Особенности постпроцессорной обработки для различных станков с ЧПУ
20. Методы оценки экономической эффективности внедрения САМ-систем
21. Проблемы и перспективы цифровой трансформации производства
22. Особенности подготовки технологической документации при использовании САМ
23. Сравнительный анализ популярных САМ-систем для машиностроения
24. Безопасность и эргономика при работе с САМ-системами

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. Тимирязев В.А. Основы технологии машиностроительного производства: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизация технологических процессов и производств» / В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе; ред. В.А. Тимирязев; рец. О.А. Новиков. СПб. М. Краснодар: Лань, 2012. 448 с.
2. Смирнов А.М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов: учеб. Пособие для студ. вузов, обуч. По напр. подгот. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизация технологических процессов и производств» / А. М. Смирнов, Е.Н. Сосенушкин; рец.: И.Г. Роберов, С.И. Вдовин.-СПб. М. Краснодар: Лань, 2016. - 228 с.
3. Жигун Л.А. Теория организаций и организационная деятельность: монография тезауруса: Словарь / Л.А. Жигун. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 240 с.
4. Лопарева А.М. Экономика организации (предприятия): учеб. пособие для студ.- бакалавров вузов, спузов, обуч. по экономич. спец. / А.М. Лопарева; рец.: А.К. Ташев, Р.Ф. Мухаметшин.- М. Инфра- М: Форум, 2015.- 400 с.
- 5.

Б) Дополнительная литература:

1. Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)». Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту 3-го поколения / Н.Г. Чикуров. - М.: Риор; М. Инфра-М, 2013. - 398 с.

2. Кравцов А.Г. Современные многофункциональные и многоцелевые металлорежущие станки с ЧПУ и обеспечение точности и стабильности реализации на них технологических процессов: учебное пособие/ А.Г. Кравцов, А.А. Серегин, А.И. Сердюк - Оренбург: ОГУ, 2017. - 113 с.

3. Садыков Х. А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / Х. А. Садыков, З. Л. Хакимов, М.Р. Исаева. — Грозный: ГГНТУ, 2017. — 138 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Интернет-ресурсы:

- www.centerprioritet.ru/ – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200);
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

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 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 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 «Технологическая подготовка производства (САМ)» проводятся в форме лекций, практических 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.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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; интерактивная доска; 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.

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	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	190	бессрочно

	Each Academic Edition			
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	190	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	190	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
4	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 11.05.2023 № 19-343К/2023	Не ограничено, лимит проверок 10000	19.05.2024
5	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	2 (две) сетевые лицензии на 200 пользователей	бессрочно
6	Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2 лицензии на 50 пользователей	бессрочно
7	Операционная система Microsoft Windows 10 Professional 32 bit/64 bit Rus Only FQS-10150	Договор от 11.02.2019 № 26.02-Д-3.0-1293/2019	4	бессрочно
8	Microsoft Office Home and Business 2016 Rus CEE Only No Skype BOX T5D-02705	Договор от 11.02.2019 № 26.02-Д-3.0-1293/2019	4	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы САМ-технологий в машиностроении.	<i>Знает:</i> • Основные принципы и методы автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) в машиностроении. • Современное программное обеспечение и технологии, применяемые в САМ-системах для химического машиностроения. • Методы оптимизации технологических процессов, включая выбор режимов обработки и оценку их экономической эффективности. <i>Умеет:</i> • Разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ с использованием специализированного САМ-ПО. • Моделировать и анализировать технологические процессы обработки деталей с учетом специфики химического машиностроения. • Интегрировать САМ-системы в цифровые производственные цепочки. <i>Владеет:</i> • Навыками работы с профессиональными CAD/CAM-системами, применяемыми в промышленности. • Методами проектирования технологической оснастки и разработки технологических карт. • Способностью оценивать технологические возможности производства и выбирать оптимальные решения для снижения себестоимости и повышения качества продукции.	Оценка за выполнение контрольной работы №1 Зачет с оценкой
Раздел 2. Проектирование технологических процессов.	<i>Знает:</i> • Основные принципы и методы автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) в машиностроении.	Оценка за выполнение контрольной работы №2 Зачет с оценкой

	- Современное программное обеспечение и технологии, применяемые в САМ-системах для химического машиностроения. - Методы оптимизации технологических процессов, включая выбор режимов обработки и оценку их экономической эффективности. <i>Умеет:</i> - Разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ с использованием специализированного САМ-ПО. - Моделировать и анализировать технологические процессы обработки деталей с учетом специфики химического машиностроения. - Интегрировать САМ-системы в цифровые производственные цепочки. <i>Владеет:</i> - Навыками работы с профессиональными CAD/CAM-системами, применяемыми в промышленности. - Методами проектирования технологической оснастки и разработки технологических карт. Способностью оценивать технологические возможности производства и выбирать оптимальные решения для снижения себестоимости и повышения качества продукции.	
Раздел 3. Практическое применение САМ-систем	<i>Знает:</i> - Основные принципы и методы автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) в машиностроении. - Современное программное обеспечение и технологии, применяемые в САМ-системах для химического машиностроения. - Методы оптимизации технологических процессов, включая выбор режимов обработки и оценку их экономической эффективности. <i>Умеет:</i> - Разрабатывать управляющие	Оценка за выполнение контрольной работы №3 Зачет с оценкой

	программы для станков с ЧПУ с использованием специализированного САМ-ПО. • Моделировать и анализировать технологические процессы обработки деталей с учетом специфики химического машиностроения. • Интегрировать САМ-системы в цифровые производственные цепочки. <i>Владеет:</i> • Навыками работы с профессиональными CAD/CAM-системами, применяемыми в промышленности. • Методами проектирования технологической оснастки и разработки технологических карт. Способностью оценивать технологические возможности производства и выбирать оптимальные решения для снижения себестоимости и повышения качества продукции.	
Раздел 4. Проектная деятельность и инновации в САМ-технологиях.	<i>Знает:</i> • Основные принципы и методы автоматизированной технологической подготовки производства (САМ) в машиностроении. • Современное программное обеспечение и технологии, применяемые в САМ-системах для химического машиностроения. • Методы оптимизации технологических процессов, включая выбор режимов обработки и оценку их экономической эффективности. <i>Умеет:</i> • Разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ с использованием специализированного САМ-ПО. • Моделировать и анализировать технологические процессы обработки деталей с учетом специфики химического машиностроения. • Интегрировать САМ-системы в цифровые производственные	Зачет с оценкой

	цепочки. <i>Владеет:</i> • Навыками работы с профессиональными CAD/CAM-системами, применяемыми в промышленности. • Методами проектирования технологической оснастки и разработки технологических карт. Способностью оценивать технологические возможности производства и выбирать оптимальные решения для снижения себестоимости и повышения качества продукции.	

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
«Технологическая подготовка производства (САМ)»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и

нефтехимических производств

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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология химического машиностроения»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

директором Передовой инженерной школы химического инжиниринга и машиностроения, к.х.н., доцентом И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ПИШ ХИМ

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Технология химического машиностроения» относится к обязательной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Технология химического машиностроения» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Технология химического машиностроения» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Технология химического машиностроения» реализуется в А семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК	ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве	ОПК-1.1 Знает современные тенденции технологии химического машиностроения и их влияние на инженерную деятельность. ОПК-1.2 Умеет выявлять актуальные инженерные задачи изготовления аппаратов химической технологии. ОПК-1.3 Владеет навыками планирования инженерной деятельности с учетом специфики химического машиностроения.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата»
- типовые методы и подходы по теме «технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,67	24	18,0
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,0	36	27,0
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата	27	-	4	-	8	-	-	-	6
2	Раздел 2. Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков	27	-	4	-	8	-	-	-	6
3	Раздел 3. Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения	27	-	4	-	8	-	-	-	6
4	Раздел 4. Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий	27	-	4	-	8	-	-	-	6
ИТОГ		108	-	16	-	32	-	-	-	24

О										

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и

подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве	ОПК-1.1 Знает современные тенденции технологии химического машиностроения и их влияние на инженерную деятельность.	+	+	+	+
2	ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве	ОПК-1.2 Умеет выявлять актуальные инженерные задачи изготовления аппаратов химической технологии.	+	+	+	+
3	ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве	ОПК-1.3 Владеет навыками планирования инженерной деятельности с учетом специфики химического машиностроения.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Технология химического машиностроения». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного	8

		задания, оформление результатов и выводов.	
4	4	Практическая работа по разделу «Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Технология химического машиностроения» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (А семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: экзамен. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (А семестр - экзамен).

1. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
8. Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
9. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

- [illegible]

27. Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

28. Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

29. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

30. Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для экзаменов.

Экзамен по дисциплине «Технология химического машиностроения» проводится в А семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Технология химического машиностроения
1.	Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата: основные понятия и назначение.
2.	Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология машиностроения: учебник для вузов / А. А. Маталин. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 512 с. — ISBN 978-5-507-45420-9.

2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 299 с. — ISBN 978-5-534-15033-9.

3. Резание материалов, станки и инструменты: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-507-44190-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.
5. База данных ВИНИТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.
6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки

текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Технология химического машиностроения» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекционное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям	по условиям

			лицензии	лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Специфика химического машиностроения и жизненный цикл аппарата	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (А семестр).
Раздел 2. Технологии изготовления корпусных деталей, обечаек, днищ и патрубков	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (А семестр).
Раздел 3. Сборка, сварка, контроль и испытания аппаратов химического машиностроения	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (А семестр).
Раздел 4. Технологическая подготовка производства и обеспечение качества изделий	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (А 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины «Технология
химического машиностроения»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Оборудование типовых процессов и операций химической технологии»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом кафедры химической технологии пластических масс И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

(Наименование кафедры)

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитета по **специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины ПИШ ХИМ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Оборудование типовых процессов и операций химической технологии»** относится к обязательной части Блока 1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии, физики, прикладной механики, сопротивления материалов и теории химико-технологических процессов.

Цель дисциплины – формирование у будущих инженеров системных знаний об устройстве, принципах действия, методах расчета и выбора стандартного и нестандартного оборудования для типовых процессов химической технологии.

Задачи дисциплины – изучение классификации, конструктивных особенностей и принципов работы основного химического оборудования, освоение методов инженерного расчета и правил выбора оборудования для конкретных технологических операций, изучение требований к материалам, эксплуатации, ремонту и технике безопасности при работе с химическим оборудованием.

Дисциплина **«Оборудование типовых процессов и операций химической технологии»** преподается в 9 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) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ОПК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	ОПК-7.1 Знает виды физических упражнений; роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни ОПК-7.2 Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного

		развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни ОПК-7.3 Владеет навыками укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств;
- основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов;
- нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование;
- требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах;
- основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием.

Уметь:

- производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов;
- читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование;
- анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения.

Владеть:

- навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования;
- методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования;
- терминологией в области химического машиностроения.

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:	1,78	64	48
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)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	3,22	116	87

Контактная самостоятельная работа (<i>АттК</i> из УП для зач / зач с оц.)	3,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		115,6	86,7
Вид контроля:			
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.	Раздел 1. Введение. Общие принципы классификации и расчета химического оборудования	29		7		7				15
2.	Раздел 2. Теплообменное оборудование	30		7		7				16
3.	Раздел 3. Массообменное оборудование (абсорберы, адсорберы)	23		4		4				15
4.	Раздел 4. Реакторное оборудование	37		6		6				25
5.	Раздел 5. Оборудование для разделения неоднородных систем (сепараторы, фильтры, центрифуги)	24		3		3				18
6.	Раздел 6. Оборудование для транспортировки материалов (насосы, компрессоры, трубопроводная арматура)	28		5		5				18
	ИТОГО	171		32		32		-		107
	Зачет с оценкой									9
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Общие принципы классификации и расчета химического оборудования

Классификация химического оборудования по функциональному признаку, принципу действия, конструктивному исполнению. Основные этапы проектирования аппаратов. Нормативно-техническая база (ГОСТ, ОСТ, ЕСКД). Общие требования к материалам для химического машиностроения (коррозионная стойкость, прочность, свариваемость). Основы прочностных расчетов аппаратов, работающих под давлением.

Раздел 2. Теплообменное оборудование

Классификация теплообменных аппаратов (ТА). Кожухотрубчатые ТА: конструкции, компоновки, области применения. Элементы расчета (тепловой баланс, уравнение теплопередачи, определение поверхности). Пластинчатые и спиральные ТА. Оборудование для тепловых процессов: выпарные аппараты, их типы и конструкции; конденсаторы; холодильники.

Раздел 3. Массообменное оборудование

Теоретические основы массопередачи. Абсорберы: насадочные, тарельчатые, распылительные. Конструкции, гидродинамические режимы, расчет. Адсорберы: периодического и непрерывного действия. Конструкции и расчет. Ректификационные и экстракционные колонны: основные типы, устройство, принцип работы.

Раздел 4. Реакторное оборудование

Классификация химических реакторов (по способу организации процесса, фазовому составу, тепловому режиму). Реакторы идеального смешения и вытеснения. Реакторы периодического и непрерывного действия. Конструкции реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов (каталитических, жидкофазных, газофазных). Основы расчета реакторов (определение объема, времени контакта).

Раздел 5. Оборудование для разделения неоднородных систем

Процессы и оборудование для разделения суспензий: отстойники, фильтры (рамные, барабанные, дисковые), центрифуги. Расчет основных параметров. Оборудование для разделения эмульсий. Пылеулавливающее оборудование: циклоны, скрубберы, рукавные фильтры, электрофильтры.

Раздел 6. Оборудование для транспортировки материалов

Насосы: классификация, центробежные, поршневые, шестеренчатые насосы. Характеристики, выбор насоса. Компрессорное оборудование. Трубопроводы: классификация, расчет диаметра, толщины стенки. Трубопроводная арматура (запорная, регулирующая, предохранительная): типы, конструкции, условные обозначения.

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: (перечень из п.2)							
1	– классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств;		+	+	+	+	+	+
2	– основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов;		+	+	+	+	+	+
3	– нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование;		+	+	+	+	+	+
4	– требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах;		+	+	+	+	+	+
5	– основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием.		+	+	+	+	+	+
	Уметь: (перечень из п.2)							
6	– производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов;		+	+	+	+	+	
7	– читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование;		+	+	+	+	+	+
8	– анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения.		+	+	+	+	+	+
	Владеть: (перечень из п.2)							
9	– навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования;		+	+	+	+	+	
10	– методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования;		+	+	+	+	+	+
11	– терминологией в области химического машиностроения.		+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие (какие) компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)								
	Код и наименование ОПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ОПК (перечень из п.2)						

9	ОПК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	ОПК-7.1 Знает виды физических упражнений; роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни ОПК-7.2 Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни ОПК-7.3 Владеет навыками укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и 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	Выбор и расчет материала аппарата, работающего в агрессивной среде.	8
2	2	Прочностной расчет цилиндрической обечайки, работающей под внутренним давлением	8
3	2	Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменника	8
4	3	Гидравлический расчет насадочного абсорбера	8
5	4	Определение основных геометрических параметров ректификационной колонны.	8
6	4	Расчет объема реактора идеального смешения для заданной производительности	8
7	5	Подбор и расчет производительности барабанного вакуум-филтра	8
8	6	Выбор центробежного насоса по характеристикам для заданной гидравлической системы	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки инженеров по дисциплине «Оборудование типовых процессов и операций химической технологии» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 116 ч. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку лекционного материала и материала учебников;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение расчетных заданий по темам разделов;
- написание реферата
- зачет с оценкой.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ

1. Современные конструкционные материалы для химического машиностроения.
2. Интенсификация процессов в кожухотрубчатых теплообменниках.
3. Особенности проектирования реакторов для высокотемпературных процессов.
4. Мембранные технологии разделения и оборудование для них.
5. Насосы для перекачки химически активных и абразивных сред.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов) и реферата (максимальная оценка 20 баллов).

8.1 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины. Для текущего контроля освоения дисциплины предусмотрены контрольные работы (для 6 разделов). Максимальный балл за все контрольные работы – 40 баллов (распределяются, например, по 6-7 баллов за каждую из 6 контрольных работ).

8.2. Примеры вопросов для контрольной работы № 1

1. Дайте классификацию химического оборудования по функциональному признаку. Приведите примеры аппаратов каждого типа.
2. Назовите основные факторы, влияющие на выбор материала для аппарата, работающего под давлением в агрессивной среде.
3. Рассчитайте толщину стенки цилиндрической обечайки аппарата, работающего под внутренним избыточным давлением 1.6 МПа, если внутренний диаметр составляет 1200 мм, материал – сталь 12Х18Н10Т, допускаемое напряжение 150 МПа, коэффициент прочности сварного шва 0.9.

Примеры вопросов для контрольной работы № 2

1. Опишите конструкцию и преимущества кожухотрубчатого теплообменного аппарата типа «труба в трубе».
2. Перечислите виды тепловых нагрузок, которые необходимо учесть при составлении теплового баланса выпарного аппарата.
3. Определите требуемую поверхность теплообмена аппарата, если необходимо передать тепловой поток 800 кВт, средний температурный напор составляет 45 °С, а коэффициент теплопередачи равен 350 Вт/(м²·К).

Примеры вопросов для контрольной работы № 3

1. Сравните преимущества и недостатки насадочных и тарельчатых абсорберов.
2. Объясните понятия «кривая равновесия» и «рабочая линия» при расчете абсорбера. Что определяет угол наклона рабочей линии?
3. Рассчитайте диаметр насадочного абсорбера для обработки 2000 м³/ч газа, если рабочая скорость газа принимается равной 0.8 м/с.

Примеры вопросов для контрольной работы № 4

1. Дайте сравнительную характеристику реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
2. Опишите конструктивные особенности и области применения каталитического реактора с неподвижным слоем катализатора.
3. Рассчитайте время, необходимое для достижения 90%-ной глубины превращения в изотермическом реакторе идеального смешения, если константа скорости реакции первого порядка $k = 0.05 \text{ мин}^{-1}$.

Примеры вопросов для контрольной работы № 5

1. Классифицируйте фильтры по способу организации процесса. Опишите принцип работы барабанного вакуум-фильтра.
2. Объясните принцип действия и приведите схему циклона. От каких факторов зависит его эффективность?

Примеры вопросов для контрольной работы № 6

1. Постройте и объясните характеристику центробежного насоса (зависимость напора, мощности и КПД от подачи).

2. Дайте расшифровку условного обозначения задвижки 30с41нж. Назовите основные типы трубопроводной арматуры по функциональному назначению.
3. Подберите стандартный трубопровод для перекачки жидкости с расходом $40 \text{ м}^3/\text{ч}$, приняв оптимальную скорость течения 1.8 м/с .

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** (9 семестр) – 40 баллов. Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

1. Классификация химического оборудования. Основные этапы и принципы проектирования.
2. Требования к конструкционным материалам в химическом машиностроении. Влияние агрессивной среды.
3. Основы прочностных расчетов химической аппаратуры. Расчет на прочность цилиндрических обечаек.
4. Классификация, устройство и принцип работы кожухотрубчатых теплообменников.
5. Устройство и принцип работы выпарного аппарата. Виды выпарных аппаратов.
6. Теоретические основы массопередачи. Уравнение массопередачи.
7. Конструкции и принцип работы насадочных абсорберов. Достоинства и недостатки.
8. Конструкции и принцип работы тарельчатых абсорберов. Типы тарелок.
9. Нормативно-техническая документация (ГОСТ, ОСТ) в химическом машиностроении.
10. Конструкции и принцип работы пластинчатых теплообменников.
11. Адсорберы: типы, устройство, принцип работы, области применения.
12. Уравнение теплопередачи. Определение коэффициента теплопередачи и движущей силы процесса.
13. Реакторы для гетерогенных процессов. Реакторы с кипящим слоем катализатора.
14. Классификация, устройство и принцип работы фильтров.
15. Центрифуги: классификация, устройство, принцип действия, расчет.
16. Классификация насосов, применяемых в химических производствах. Подбор насоса по характеристикам.
17. Трубопроводная арматура: назначение, классификация, условные обозначения.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Оборудование типовых процессов и операций химической технологии» проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 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.

«Утверждаю» И.о. Директором ПИШ ХИМ (Должность, название кафедры) _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Минобрнауки России
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева ПИШ ХИМ 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

	Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств)
	<i>Оборудование типовых процессов и операций химической технологии</i>
Билет № 1 1. Классификация химического оборудования. Основные этапы и принципы проектирования. 2. Требования к конструкционным материалам в химическом машиностроении. Влияние агрессивной среды.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. . Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств : в 2 частях / А.И. Леонтьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 1. - 234 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277812>
2. Грязнов И.А., Дигуров Н.Г., Кафаров В.В., Макаров М.Г. Проектирование и расчет аппаратов основного органического и нефтехимического синтеза: учебник для вузов/ под ред. Н.Н.Лебедева / под ред. Н.Н.Лебедева - М.: Химия, 1995. - 256с. - [Для высшей школы].
3. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для студентов вузов — 3-е изд., перераб. и доп. —М.: Недра, 2000. — 677с. — [Высшее образование].

Б. Дополнительная литература

1. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств : в 2 частях / А.И. Леонтьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 2. - 281 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277813>

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 01.01.2024 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 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; учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса и практическим занятиям.

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

Персональные компьютеры, проектор и экран, 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 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.	SolidWorks Education Edition 2020-2021	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	500	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Общие принципы классификации и расчета химического оборудования	<i>Знает:</i> • классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств; • основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов; • нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование; • требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах; • основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием. <i>Умеет:</i> • производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов; • читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование; • анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения. <i>Владеет:</i> • навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования; • методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета	Оценка за реферат, оценка за контрольную работу.

	оборудования; • терминологией в области химического машиностроения.	
Раздел 2. Теплообменное оборудование	<i>Знает:</i> • классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств; • основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов; • нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование; • требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах; • основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием. <i>Умеет:</i> • производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов; • читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование; • анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения. <i>Владеет:</i> • навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования; • методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования;	Оценка за реферат, оценка за контрольную работу.

	– терминологией в области химического машиностроения.	
Раздел 3. Массообменное оборудование (абсорберы, адсорберы)	<i>Знает:</i> • классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств; • основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов; • нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование; • требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах; • основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием. <i>Умеет:</i> • производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов; • читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование; • анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения. <i>Владеет:</i> • навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования; • методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования; – терминологией в области химического машиностроения.	Оценка за реферат, оценка за контрольную работу

Раздел 4. Реакторное оборудование	<i>Знает:</i> • классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств; • основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов; • нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование; • требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах; • основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием. <i>Умеет:</i> • производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов; • читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование; • анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения. <i>Владеет:</i> • навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования; • методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования; – терминологией в области химического машиностроения.	Оценка за реферат, оценка за контрольную работу

Раздел 5. Оборудование для разделения неоднородных систем (сепараторы, фильтры, центрифуги)	<i>Знает:</i> • классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств; • основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов; • нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование; • требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах; • основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием. <i>Умеет:</i> • производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов; • читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование; • анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения. <i>Владеет:</i> • навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования; • методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования; терминологией в области химического машиностроения.	Оценка за реферат, оценка за контрольную работу

Раздел 6. Оборудование для транспортировки материалов (насосы, компрессоры, трубопроводная арматура)	<i>Знает:</i> • классификацию, назначение, устройство и принципы действия типового оборудования химических производств; • основы теории и методы расчета машин и аппаратов для проведения типовых процессов; • нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД) на химическое оборудование; • требования к материалам, используемым для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах; • основы эксплуатации, ремонта и техники безопасности при работе с химическим оборудованием. <i>Умеет:</i> • производить расчет и выбор стандартного оборудования для конкретных технологических процессов; • читать и составлять конструкторскую и техническую документацию (чертежи, схемы, спецификации) на химическое оборудование; • анализировать эффективность работы оборудования и предлагать пути ее повышения. <i>Владеет:</i> • навыками инженерного расчета и конструирования основных элементов и узлов химического оборудования; • методами поиска и применения нормативной и справочной литературы для подбора и расчета оборудования; терминологией в области химического машиностроения.	

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
«Оборудование типовых процессов и операций химической технологии»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой техносферной безопасности, д.т.н., профессором Н.И. Акининым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры техносферной безопасности

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» относится к факультативной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» реализуется в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК	УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1 Знает классификацию чрезвычайных ситуаций, основы гражданской обороны и способы защиты населения. УК-8.2 Умеет выявлять признаки опасных ситуаций, выбирать меры защиты и действовать по установленным алгоритмам. УК-8.3 Владеет базовыми навыками применения способов защиты и организации действий в чрезвычайных ситуациях.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «основы гражданской обороны и защиты населения»
- типовые методы и подходы по теме «чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	1,0	36	27,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,44	16	12,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,44	16	12,0
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,44	16	12,0
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,11	4	3,0
Вид итогового контроля:	зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Основы гражданской обороны и защиты населения	9	-	4	-	-	-	-	-	4
2	Раздел 2. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера	9	-	4	-	-	-	-	-	4
3	Раздел 3. Средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение	9	-	4	-	-	-	-	-	4
4	Раздел 4. Действия персонала и организация устойчивости объектов экономики	9	-	4	-	-	-	-	-	4
ИТОГО		36	-	16	-	-	-	-	-	16

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы гражданской обороны и защиты населения

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Действия персонала и организация устойчивости объектов экономики

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «основы гражданской обороны и защиты населения»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1 Знает классификацию чрезвычайных ситуаций, основы гражданской обороны и способы защиты населения.	+	+	+	+
2	УК-8 Способен создавать и поддерживать	УК-8.2 Умеет выявлять признаки опасных ситуаций, выбирать	+	+	+	+

	безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций	меры защиты и действовать по установленным алгоритмам.				
3	УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3 Владеет базовыми навыками применения способов защиты и организации действий в чрезвычайных ситуациях.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по курсу «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» учебным планом не предусмотрены.

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Основы гражданской обороны и защиты населения».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр - зачет).

1. Основы гражданской обороны и защиты населения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Действия персонала и организация устойчивости объектов экономики: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

- [illegible]

24. Действия персонала и организация устойчивости объектов экономики: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Основы гражданской обороны и защиты населения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Действия персонала и организация устойчивости объектов экономики: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Основы гражданской обороны и защиты населения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет.

Зачет по дисциплине «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях
1.	Основы гражданской обороны и защиты населения: основные понятия и назначение.
2.	Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Э. А. Арустамов. — Москва: Юрайт, 2024. — 399 с. — ISBN 978-5-534-14203-7.

2. Гражданская оборона и защита в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие. — Москва: Инфра-М, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-16-017962-9.
3. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 284 с. — ISBN 978-5-507-44587-0.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.
5. База данных ВИНИТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.
6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который

обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии

2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы гражданской обороны и защиты населения	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (1 семестр).
Раздел 2. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и военного характера	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (1 семестр).
Раздел 3. Средства индивидуальной и коллективной защиты, эвакуация и оповещение	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (1 семестр).
Раздел 4. Действия персонала и организация устойчивости объектов экономики	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (1 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Введение в программную инженерию. ИТ-проект»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

директором Передовой инженерной школы химического инжиниринга и машиностроения, к.х.н., доцентом И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ПИШ ХИМ

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение двух семестров.

Дисциплина «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» относится к факультативной части учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» реализуется в 3-4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	УК-1.1 Знает инструменты анализа проблемной ситуации и управления проектной задачей. УК-1.2 Умеет анализировать ИТ-задачу как систему требований, ограничений, участников и ресурсов. УК-1.3 Владеет приемами аргументации решений и планирования действий в командном ИТ-проекте.
ОПК	ОПК-11 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-11.1 Знает основы жизненного цикла программного продукта и инструментов разработки. ОПК-11.2 Умеет применять пакеты прикладных программ и инструменты контроля версий при выполнении учебного проекта. ОПК-11.3 Владеет начальными навыками разработки, тестирования и представления программного решения.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «жизненный цикл программного продукта и инженерия требований»
- типовые методы и подходы по теме «проектирование архитектуры, прототипирование и управление ит-проектом»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «командная разработка: git, задачи, тестирование и документация»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач

- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	108,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	2,0	72	54,0
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,22	8	6,0
Вид итогового контроля:	зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований	36	-	-	-	16	-	-	-	18
2	Раздел 2. Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом	36	-	-	-	16	-	-	-	18
3	Раздел 3. Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация	36	-	-	-	16	-	-	-	18
4	Раздел 4. Защита учебного ИТ-проекта и представление результата	36	-	-	-	16	-	-	-	18

ИТОГ О		144	-	-	-	64	-	-	-	72

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Защита учебного ИТ-проекта и представление результата

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «жизненный цикл программного продукта и инженерия требований»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «проектирование архитектуры, прототипирование и управление ит-проектом»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «командная разработка: git, задачи, тестирование и документация»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	УК-1.1 Знает инструменты анализа проблемной ситуации и управления проектной задачей.	+	+	+	+
2	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного	УК-1.2 Умеет анализировать ИТ-задачу как систему требований, ограничений, участников и ресурсов.	+	+	+	+

	подхода					
3	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	УК-1.3 Владеет приемами аргументации решений и планирования действий в командном ИТ-проекте.	+	+	+	+
4	ОПК-11 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-11.1 Знает основы жизненного цикла программного продукта и инструментов разработки.	+	+	+	+
5	ОПК-11 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-11.2 Умеет применять пакеты прикладных программ и инструменты контроля версий при выполнении учебного проекта.	+	+	+	+
6	ОПК-11 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-11.3 Владеет начальными навыками разработки, тестирования и представления программного решения.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Введение в программную инженерию. ИТ-проект». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	16
2	2	Практическая работа по разделу «Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом»: анализ	16

		исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	
3	3	Практическая работа по разделу «Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	16
4	4	Практическая работа по разделу «Защита учебного ИТ-проекта и представление результата»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	16

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (3-4 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3-4 семестр - зачет).

1. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Защита учебного ИТ-проекта и представление результата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
8. Защита учебного ИТ-проекта и представление результата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
9. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

- [illegible]

27. Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Защита учебного ИТ-проекта и представление результата: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет.

Зачет по дисциплине «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» проводится в 3-4 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Введение в программную инженерию. ИТ-проект
1.	Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований: основные понятия и назначение.
2.	Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Введение в программную инженерию: учебник для вузов / И. С. Соммервилл. — Москва: Вильямс, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8459-2108-6.
2. Управление проектами разработки программного обеспечения: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 248 с. — ISBN 978-5-534-17122-8.
3. Командная разработка программного обеспечения: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 216 с. — ISBN 978-5-507-46365-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.
5. База данных ВИНИТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.
6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Введение в программную инженерию. ИТ-проект» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Жизненный цикл программного продукта и инженерия требований	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (3-4 семестр).
Раздел 2. Проектирование архитектуры, прототипирование и управление ИТ-проектом	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (3-4 семестр).
Раздел 3. Командная разработка: Git, задачи, тестирование и документация	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (3-4 семестр).
Раздел 4. Защита учебного ИТ-проекта и представление результата	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (3-4 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Введение в программную инженерию. ИТ-проект»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Перевод научно-технической литературы»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.фил.н., к.э.н., доцентом кафедры иностранных языков И.А. Кузнецовым, старшим преподавателем кафедры иностранных языков Н.Г. Коваленко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Перевод научно-технической литературы»** относится к вариативной части факультативных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «иностраный язык».

Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

Задачи дисциплины:

- подготовка к выполнению профессионально-ориентированному переводу с иностранного языка научно-технической литературы по специальности путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для перевода типовых текстов по специальности;

- отработка грамматических тем, типичных для стиля научно-технической литературы; формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Перевод научно-технической литературы»** преподается в 5 и 6 (очная форма обучения) 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
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.2. Знает основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности, приемы работы с оригинальной литературой по специальности; УК-4.3. Знает пассивную и активную лексику, в том числе, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для решения стандартных коммуникативных задач; УК-4.4. Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках; УК-4.5 Умеет работать с оригинальной литературой по специальности со словарем; УК-4.6 Владеет ведением деловой переписки на иностранном языке, речевой деятельностью применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации; УК-4.9 Владеет основной иноязычной терминологией специальности, основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий.

Уметь:

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста.

Владеть:

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144,0	2,0	72,0	2,0	72,0
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	0,9	32,0	0,9	32,0
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64,0	0,9	32,0	0,9	32,0
Самостоятельная работа	2,2	80,0	1,1	40,0	1,1	40,0
Контактная самостоятельная работа	2,2	0,4	1,1	0,2	1,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6		39,8		39,8
Виды контроля:						
Вид контроля из УП			Зачет		Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108	2	54,0	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Самостоятельная работа	2,2	60,0	1,1	30,0	1,1	30,0
Контактная самостоятельная работа	2,2	0,3	1,1	0,15	1,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,7		29,85		29,85
Виды контроля:						
Вид контроля из УП			Зачет		Зачет	

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. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы	36	-	16	-	20
1.1.	Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловой анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.	9	-	4	-	5
1.2.	Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний. Перевод заголовков текстов и статей.	9	-	4	-	5
1.3.	Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория» «Измерения в химии».	9	-	4	-	5
1.4.	Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.	9	-	4	-	5
2.	Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.	36	-	16	-	20
2.1.	Особенности перевода предложений во временах Indefinite, Continuous., Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии Перевод придаточных предложений.	9	-	4	-	5

2.2.	Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".	9	-	4	-	5
2.3.	Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.	9	-	4	-	5
2.4.	Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Зеленая химия». «Проблемы экологии»	9	-	4	-	5
3.	Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола.	36	-	16	-	20
3.1.	Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.	12	-	6	-	6
3.2.	Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.	12	-	6	-	6
3.3.	Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.	12	-	4	-	8
4.	Раздел 4. Особенности реферативного перевода.	36	-	16	-	20
4.1.	Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.	12	-	6	-	6
4.2.	Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации).	12	-	6	-	6
4.3.	Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике.	12	-	4	-	8
	ИТОГО	144	-	64	-	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы

Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловой анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.

Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях.

Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний.

Перевод заголовков текстов и статей.

Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория» «Измерения в химии».

Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.

Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.

Особенности перевода предложений во времена Indefinite, Continuous, Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии Перевод придаточных предложений.

Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".

Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.

Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Зеленая химия». «Проблемы экологии».

Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола.

Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.

Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода.

Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.

Раздел 4. Особенности реферативного перевода.

Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.

Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации).

Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике.

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 способы достижения эквивалентности в переводе;	+	+	+	+
2	– основные приемы перевода;			+	+
3	– языковую норму и основные функции языка как системы;			+	+
4	– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий.	+		+	+
	Уметь:				
5	– применять основные приемы перевода;	+	+		+
6	– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;		+	+	+
7	– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;				+
8	– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста			+	+
	Владеть:				
9	– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;	+	+		+
10	– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;			+	+
11	– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;	+			+
12	– основной иноязычной терминологией специальности;		+	+	
13	– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности				+
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			

14	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	– УК-4.2. Уметь использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на русском и иностранном(ых) языках;	+	+	+	+
		– УК-4.3. Владеть ведением деловой переписки на русском и иностранном(ых) языках с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурных различий в формате корреспонденции на государственном и иностранном языках;	+	+	+	+
		– УК-4.4. Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках;	+	+	+	+
		– УК-4.5 Умеет работать с оригинальной литературой по специальности со словарем;	+	+	+	+
		– УК-4.6 Владеет ведением деловой переписки на иностранном языке, речевой деятельностью применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации;	+	+	+	+
		– УК-4.9 Владеет основной иноязычной терминологией специальности, основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.	+	+	+	+

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. Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловой анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.	4
2	Раздел 1	Практическое занятие 2. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний. Перевод заголовков текстов и статей.	4
3	Раздел 1	Практическое занятие 3. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория», «Измерения в химии».	4
4	Раздел 1	Практическое занятие 4. Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.	4
5	Раздел 2	Практическое занятие 5. Особенности перевода предложений во времена Indefinite, Continuous., Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии. Перевод придаточных предложений.	4
6	Раздел 2	Практическое занятие 6. Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".	4
7	Раздел 2	Практическое занятие 7. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.	4
8	Раздел 2	Практическое занятие 8. Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Зеленая химия», «Проблемы экологии».	4
9	Раздел 3	Практическое занятие 9. Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.	6
10	Раздел 3	Практическое занятие 10. Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом.	6

		Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.	
11	Раздел 3	Практическое занятие 11. Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.	4
12	Раздел 4	Практическое занятие 12. Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.	6
13	Раздел 4	Практическое занятие 13. Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации).	6
14	Раздел 4	Практическое занятие 14. Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине 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, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- выполнение упражнений и тестовых заданий по тематике дисциплины;
- самостоятельную проработку теоретического материала по темам занятий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу практического курса;
- подготовку к сдаче **зачетов** (5 и 6 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 в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), рефератов (максимальная оценка 20 баллов), практических работ (максимальная оценка 20 баллов) и итоговых контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов.

2. Процессы и аппараты химической технологии.
3. Технология высокотемпературных функциональных материалов.
4. Технология производства химического оборудования.
5. Технологические машины для производства высокотемпературных функциональных материалов.
6. Основы управления производством оборудования химической технологии.
7. Проблемы экологии в производстве химического оборудования.
8. Промышленная электроника в химической технологии.
9. Безопасность в производстве химического оборудования.
10. Техническое регулирование и управление качеством в химической технологии.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу), подготовка реферата в 5 и 6 семестрах (максимальная оценка 20 баллов в семестре), выполнение практических работ в 5 и 6 семестрах (максимальная оценка 20 баллов в семестре), а также две итоговые контрольные работы в 5 и 6 семестрах (максимальная оценка 20 баллов за каждую). Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №2 (5 семестр) составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы №3 и №4 (6 семестр) составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за итоговую контрольную работу по первому и второму разделам дисциплины (5 семестр) составляет 20 баллов. Максимальная оценка за итоговую контрольную работу по третьему и четвертому разделам дисциплины (6 семестр) составляет 20 баллов.

Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы

Контрольная работа № 1. Примеры заданий к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 задания:

Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание – 4 балла,

2 задание – 4 балла,

3 задание – 6 балла,

4 задание – 6 баллов.

1. Письменный перевод текста (со словарем):

Today, technology can be most broadly defined as the entities, both material and immaterial, created by the application of mental and physical effort in order to achieve some value. In this usage, technology refers to tools and machines that may be used to solve real-world problems.

The word “technology” can also be used to refer to a collection of techniques. In this context, it is the current state of humanity's knowledge of how to combine resources to produce desired products, to solve problems, fulfill needs, or satisfy wants; it includes technical methods, skills, processes, techniques, tools and raw materials.

The distinction between science, engineering and technology is not always clear. Science is the reasoned investigation or study of phenomena, aimed at discovering enduring principles among elements of the phenomenal world by employing formal techniques such as the scientific method. Technologies are not usually exclusively products of science, because they have to satisfy requirements such as utility, usability and safety.

Engineering is the goal-oriented process of designing and making tools and systems to exploit natural phenomena for practical human means, often (but not always) using results and techniques from science. The development of technology may draw upon many fields of

knowledge, including scientific, engineering, mathematical, linguistic, and historical knowledge, to achieve some practical result.

2. Составьте описательную аннотацию к этому тексту.

3. Контроль лексики: Although, approximate, beverage, capacity, constraints, continuous, efficient, eliminate, fluid, haphazard, initial, nowadays, otherwise, petrochemical, process, profit, remove, sensitive, simultaneous, typically, unprofitable, utilize, applied, attach, coat, coil, derivative, dissolve, emphasize, enforcement, forensic, reveal, sequence, slightly, solvent, vaporize, chemical, industrial, familiar, famous, multistage, heavy, substance, transparent, pure, foreign, hard, sample, specimen, via.

4. Письменный перевод предложений (без словаря):

1. We were able to arrive at 10 a.m.
2. We'll have to find the best solution of the problem concerned.
3. Such a result has been expected for a long time.
4. To solve the problem connected with the application of these solvents will take much time.
5. The rates of many chemical reactions are found to be influenced by solid surfaces.
6. He is considered to be a famous scientist.
7. Many proteins were found to be mixtures of several chemical components.
8. The first electric power-stations are known to have been built for the supply of electric light.
9. He is to come at the meeting at 5 p.m.
10. You should use this method in your research work.

Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.

Контрольная работа № 2. Примеры заданий к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 задания:

Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание – 4 балла,

2 задание – 4 балла,

3 задание – 6 балла,

4 задание – 6 баллов.

1. Письменный перевод текста:

Chemical plants typically use chemical processes, which are detailed industrial-scale methods, to produce the chemicals. The same chemical process can be used at more than one chemical plant, with possibly differently scaled capacities at each plant. Also, a chemical plant at a site may be constructed to utilize more than one chemical process.

Chemical processes may be run in continuous or batch operation. Batch operation is commonly used in smaller scale plants such as pharmaceutical or specialty chemicals production.

In continuous operation, all steps are ongoing continuously in time. During usual continuous operation, the feeding and product removal are ongoing streams of moving material, which together with the process itself, all take place simultaneously and continuously. Chemical plants or units in continuous operation are usually in a steady state or approximate steady state. Steady state means that quantities related to the process do not change as time passes during operation. Such constant quantities include stream flow rates, heating or cooling rates, temperatures, pressures, and chemical compositions at every point (location). Continuous operation is more efficient in many large scale operations like petroleum refineries. It is possible for some units to operate continuously and others be in batch operation in a chemical plant.

2. Составьте реферативную аннотацию к этому тексту:

3. Устный перевод текста:

Science and scientific methods

Scientists search for facts about the world around them. They try to find logical explanations for what they observe.

Pure science is the search for a better understanding of our physical and natural world for its own sake. Pure scientists are not concerned with finding uses for their discoveries. Pure scientists get satisfaction from simply knowing why things are as they are and why they happen as they do.

Applied science, or technology, is the practical application of scientific discoveries. Applied scientists put scientific discoveries to work. The technology produced by applied scientists has made possible the current state of our civilization. As a result of technology, many people today have easier lives and live longer.

4. Лексико-грамматический тест:

1. The largest scale of ecological organization ... to be the biosphere.

a) is believed b) are believed c) believed

2. Ecosystems are dynamic and ... always follow a linear way.

a) does not b) do not c) not

3. Ecology ... to be related to evolutionary biology and genetics.

a) had stated b) has stated c) is stated

4. An ecosystem's area ... vary greatly, from tiny to vast.

a) can b) must c) have to

5. Some ecological principles ... exhibit collective properties.

a) do b) does c) was

6. Biodiversity ... species diversity, ecosystem diversity, and genetic diversity.

a) include b) includes c) is included

7. Adaptation ... to be the central unifying concept in behavioural ecology.

a) supposes b) supposed c) is supposed

8. She was watching TV in the living room and ... her mother phoned her.

a) suddenly b) however c) just

9. A man began to disturb the balance of nature only after he started to practise farming ... a large scale.

a) on b) in c) by

10. He ... to come here at 4 p.m.

a) can b) is c) must

Итоговая контрольная работа №1 – по 1 и 2 разделам. Примеры заданий к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка – 20 баллов. Итоговая контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание – 4 балла,

2 задание – 4 балла,

3 задание – 6 балла,

4 задание – 6 баллов.

1. Письменный перевод текста (со словарем):

CHROMATOGRAPHY

Chromatography was first described by the Russian botanist Tswet in 1906. Tswet was engaged in the extraction and purification of plant pigments. He extracted the pigments with a solvent calcium carbonate. Various plant pigments were found in definite coloured zones in the tube giving a complete separation. Tswet called this separation a chromatogram and the method itself chromatography. Chromatography is a method of chemical analysis based upon the selective absorption and partial fractionation of various substances by certain suitable materials. A selective developing agent is then passed through the column and the different substances in the solution are spread down the column into layers visibly separated from one another, if the substances are coloured. In the case of colourless substances, the layers may be located by the use of ultra-violet light or by removing the compact column intact and then determining the various layers by chemical tests.

The basic apparatus in column chromatography is the adsorption column. The adsorption column can be constructed of soft glass 'Pyrex' or in special cases of quartz. The diameter and the length of the column depend on the quantity of the material to be adsorbed.

No universal adsorbent has been found. The choice of the adsorbent is determined by the type of separation. A good adsorbent should hold relatively large quantities of materials to be resolved. The resolved materials must be eluted from the adsorbent by polar solvents. The particle size of the adsorbent should be such as to allow rapid and uniform percolation.

2. Составление реферата к тексту.

3. Контроль лексики: alteration, background, cellular, to divide into, to encompass, entity, fitness, guise, in particular, to include, intersection, to exclude, relationship, specialty, target, thorough, various, pharmaceutical,

resignation, artificial, narrow, to involve, medicament, medicative, compound, protein, recombinant, lithium, combination, enzymology, aspect, identification, structural, therapeutic, computational, quality, to assure, although, investigational, adulterated, postdoctoral, fellowship, to earn, these, especially, eventually, to receive, employment, research, project.

4. Лексико-грамматический тест на пройденный в семестре лексико-грамматический материал:

1. Particles ... according to diameter.

a) are classified b) classified c) classify

2. Nanoparticles ... many applications in medicine.

a) has b) have c) is having

3. The metal ... in a vacuum chamber and then supercooled with an inert gas stream.

a) are vaporized b) is vaporized c) vaporize

4. The relatively simple technique ... a minimum number of chemicals.

a) uses b) use c) is used

5. He said that he ... here at 6 p.m..

a) would have been b) will be c) would be

6. Properties of materials can ... through the nanomanufacturing processes.

a) been improved b) improve c) be improved

7. If he hadn't been tired, he ...

a) will have gone out b) would have gone out c) will go out

8. Nanoparticles ... also ... attached to textile fibers.

a) have ... been b) has ... been c) - ... was

9. She said that she ... to go on holiday.

a) wanted b) wants c) want

10. Synthetic chemical methods can ... to create synthetic molecular motors.

a) use b) be used c) been used

Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола

Контрольная работа № 3. Примеры заданий к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 задания:

Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание – 4 балла,

2 задание – 4 балла,

3 задание – 6 балла,

4 задание – 6 баллов.

1. Письменный перевод текста:

Gabriel Isaacman-VanWertz has established a method of investigating reactions between air and carbon-based compounds.

This new finding could allow researchers to study pollution and smog in a comprehensive way.

When a certain compound is introduced into the atmosphere, it chemically reacts to form other compounds and molecules over time, explains Isaacman-VanWertz. He is particularly focused on studying the way the atmosphere interacts with organic compounds – the carbon-containing compounds that make up all living things. Large amounts of these compounds are emitted from natural sources and human activities.

Once the emitted compounds enter the atmosphere, they change in complex ways to form hundreds or thousands of other compounds.

Thanks to tools developed in the past decade, the study found that complete measurement of carbon in the atmosphere is now possible, though it still requires careful analysis.

Isaacman-VanWertz and his collaborators used five spectrometers – advanced pieces of equipment that classify chemicals by their masses and the atoms they contain.

Each spectrometer was tasked with collecting a certain set of data throughout the reaction. One of the hardest parts of this experiment was putting all of these measurements on the same scale. Isaacman-VanWertz and his collaborators were able to, for the first time, fully track the carbon in the pinene molecules from start to finish as they underwent chemical changes as they would in the atmosphere. The carbon atoms in pinene do not disappear after their initial introduction to the atmosphere – they turn into hundreds of different compounds through a cascade of chemical reactions.

Although the initial mixture of compounds formed from reactions of pinene is very complex, all the carbon was found to end up in "reservoirs" that are relatively stable and won't react further in the atmosphere.

What's more, the process is likely similar for other carbon-based compounds.

Though pinene is naturally emitted, its behavior is comparable enough to better anticipate the way other compounds, like those in pollutants and smog will react in the air. Understanding this helps "paint a big picture of the atmosphere," Isaacman-VanWertz said.

2. Составьте описательную аннотацию к тексту.

3. Контроль лексики: actually, rare, crust, portable, lanthanum, lutetium, distortion, circuit, tiny, neodymium, europium, terbium, availability, concentrated, search, worldwide, to treat, infectious, diplomacy, completely, praseodymium, gene, dysprosium, to prevent, I shall dwell upon the problem of, sequence, the object of this book is, wrongly, the subject of the investigation is, biotechnology, it requires a direct study of, challenge, the formulation of ...is, version, book is concerned with, therapy, the problem which I am setting, career, in this paper we shall present, side-effects, the question is usually regarded as, enzymes, we shall deal with, through, we shall examine the, protein, we shall explore, illness, it is important that we bring ... into clear focus, gadget.

4. Письменный перевод предложений:

1. Provided she had this book, she would read it.
2. After finishing our work, we went for a walk.
3. We know of the new plant having been built in this region.
4. By using this method we can get a good result.
5. If they had got the necessary equipment, they would have done their research work.
6. He hardly knows it.
7. Having carried out a series of experiments, we could obtain the necessary data.
8. The section closes with the procedural protection of property interests.
9. If I were you I wouldn't buy this car.
10. If you earn a lot of money where will you go on holiday?

Раздел 4. Особенности реферативного перевода

Контрольная работа № 4. Примеры заданий к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 задания:

Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание – 4 балла,

- 2 задание – 4 балла,**
3 задание – 6 балла,
4 задание – 6 баллов.

1.Письменный перевод текста:

Selenium and tellurium are both relatively rare elements. They rank in the bottom ten percent of all elements in terms of abundance. They tend to occur in Earth's crust in association with ores of copper and other metals. Both are obtained as a by-product of the electrolytic refining of copper. During that process, they sink to the bottom of the electrolysis tank, where they can be removed from the sludge that develops.

Selenium occurs in a variety of allotropic forms (physically or chemically different forms of the same substance), the most common of which is a red powder that becomes black when exposed to air. The element's melting point is 217°C (423°F), and its boiling point is 685°C (1,265°F). Tellurium is a silvery-white solid that looks like a metal (although it is actually a metalloid). Its melting point is 450°C (842°F), and its boiling point is 990°C (1,814°F).

Selenium has an interesting role in living organisms. It is essential in very low concentrations for maintaining health in most animals. In fact, it is often added to animal feeds. In higher concentrations, however, the element has been found to have harmful effects on animals, causing deformed young and diseased adults.

The primary uses of selenium are in electronics and in the manufacture of colored glass. Photocopying machinery, solar cells, photocells, television picture tubes, and electronic rectifiers and relays (used to control the flow of electric current) all use selenium. Some of the most beautiful colored glasses, ranging from pale pink to brilliant reds, are made with compounds of selenium.

2.Составьте реферативную аннотацию к этому тексту.

3.Контроль лексики: to recycle, to accumulate, independently, due to, initial, fortunate, largely, kerosene, abundant, formaldehyde, annually, major, widespread,

hydrocarbon, whenever, various, contaminant, we have described, paint, adverse, detergent, though, laminate, therapy, toluene, extensive, acetone, firework, to evaporate, to withstand, plywood, virtually, foam, precursor, humidity, synthesis, to encourage, helical, require, although, measure, sequence, immediate, ventilation, it is sufficient to note, concentration, to be more precise, pollutant, in other words, as we have mentioned.

4. Лексико-грамматический тест:

1. In the XIXth century the ... weights were generally accurate but sometimes an element was given the wrong valency.

a) combustible b) condensable c) combining

2. He suddenly realised that ... the element cards in order of increasing atomic weight that certain types of element regularly occurred.

a) by arranging b) have arranged c) has arranged

3. ... the relative atomic mass the scientist put the element in the correct place.

a) Under correcting b) Have corrected c) By correcting

4. The outstanding scientist goes further ... consequences of his ideas which can be tested.

a) have predicted b) in predicting c) has predicted

5. The organization of the periodic table can ... to derive relationships between various element properties.

a) be utilized b) utilize c) utilizing

6. There were two main problems about ... a pattern for the elements.

a) establishes b) establish c) establishing

7. Ramsay was awarded a [Nobel Prize](#) for ... five elements.

a) discovered b) discovering c) has discovered

8. This work identified chemical elements as a specific type of atom, therefore ... [Newton's](#) theory.

a) reject b) be rejected c) rejecting

9. The ... of an "element" as an undivisible substance has developed through three major historical phases.

a) concept b) contribution c) contrast

10. Only about 4% of the total mass of the universe ... of atoms or [ions](#), and thus represented by chemical elements.

a) make b) makes c) is made

Итоговая контрольная работа №2 – по 3 и 4 разделам. Примеры заданий к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка – 20 баллов. Итоговая контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание – 4 балла,

2 задание – 4 балла,

3 задание – 6 балла,

4 задание – 6 баллов.

1. Письменный перевод текста (со словарем):

Some metals can be obtained from their ores easily. In a few cases, all that is needed is to heat the ore. Heating an ore of zinc releases the free metal. But with zinc, there is an additional problem. Zinc metal sublimates very easily. Sublimation is the process by which a solid changes directly to a gas when heated, without first changing to a liquid. Anyone who wanted to make zinc from its ore would lose the zinc almost immediately by sublimation.

Of course, early people did not understand this process. They may very well have made zinc by heating its ores. But any zinc they made would have floated away immediately. Still, a process for extracting zinc from its ores was apparently invented in India by the 13th century. The process involves heating the zinc ore in a closed container. When zinc vapor forms, it condenses inside the container. It can then be extracted and used.

Ancient people were familiar with compounds and alloys of zinc. For example, there are brass objects from Palestine dating to 1300 B.C. Brass is an alloy of copper and zinc. The alloy may have been made by humans or found naturally in the earth. No one knows the origin of the brass in these objects.

The first European to describe zinc was probably Swiss physician [Paracelsus](#). Paracelsus was also an alchemist. [Alchemy](#) existed from about 500 B.C. to near the end of the 16th century. People who studied alchemy wanted to find a way to change lead, iron, and other metals into gold. Alchemy contained too much magic to be a real science. But it developed a number of techniques and produced many new materials. Paracelsus first wrote about zinc in the early 1500s. He described some properties of the metal. But he said he did not know what the metal was made of. Because of his report on the metal, Paracelsus is sometimes called the discoverer of zinc. The name zinc was first used in 1651.

2. Составление реферата к этому тексту.

3. Устный перевод текста (без словаря):

Technology is often a consequence of science and engineering – although technology as a human activity precedes the two fields. For example, science might study the flow of electrons in electrical conductors, by using already-existing tools and knowledge. This new-found knowledge may then be used by engineers to create new tools and machines, such as semiconductors, computers, and other forms of advanced technology. In this sense, scientists and engineers may both be considered technologists; the three fields are often considered as one for the purposes of research and reference.

The exact relations between science and technology in particular have been debated by scientists, historians, and policymakers since the late 20th century. The issue remains contentious – though most analysts resist the model that technology simply is a result of scientific research.

4. Оценка за участие в конференции.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачет, 6 семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета (5 семестр – зачет, 6 семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кузнецова Т.И. Воловикова Е.В. Кузнецов И.А. Английский язык для химиков – технологов. Учебное пособие. М. РХТУ, 2017 г.
2. Кузнецова Т.И., С.Н. Катранов, Кузнецов И.А., Коваленко Н.Г. Английский язык. Учебное пособие по практике устной речи. РХТУ, Москва, 2015 г.
3. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н. Сборник упражнений по основным разделам грамматики английского языка. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2018 г.
4. Кузнецова Т.И. Английский язык. Методические указания к практическим занятиям по теме: Структура предложения. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2012 г.
5. Кузнецов И.А., Кузнецова Т.И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещённый в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Кузнецов, Т.И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва: РХТУ, 2018.
6. Беляева, И.В. Перевод научно-технической литературы в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Беляева, Е.Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

Б. Дополнительная литература

1. Кузнецова Т.И. Методические указания по курсу «Английский язык». Грамматические тесты. М.: РХТУ, 2016 г.
2. М.Г. Рубцова. Чтение и перевод научной и технической литературы: лексико-грамматический справочник. Учебник. 2-е изд. испр. и доп. М.: Астрель: АСТ, 2017 г.
3. Серебренникова Э.И., Круглякова И.Е. Учебник английского языка для химико-технологических вузов. Москва. Альянс 2009 г.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
 - Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;
 - <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
 - <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
 - <http://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
 - <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
 - <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
 - <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box.
- Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

- <http://doaj.org/> – Directory of Open Access Journals (DOAJ); ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира;
 - <https://www.doabooks.org/> – Directory of Open Access Books (DOAB); в базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами;
 - <https://www.biomedcentral.com/> – BioMed Central; база данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе;
 - <https://arxiv.org/> – электронный ресурс arXiv; крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев;
 - <http://www.mdpi.com/> – коллекция журналов MDPI AG; междисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе;
 - <http://www.intechopen.com/> – издательство с открытым доступом InTech; 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;
 - <http://www.chemspider.com/> – база данных химических соединений ChemSpider; 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);
 - <http://journals.plos.org/plosone/> – Коллекция журналов PLOS ONE; PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование;
 - <http://www.uspto.gov/> – US Patent and Trademark Office (USPTO); Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время;
 - <http://worldwide.espacenet.com/> – Espacenet - European Patent Office (EPO); Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
 - http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru – Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС).
- 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов 300).
- онлайн-курс в LMS Moodle "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=192>) аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 *«Перевод научно-технической литературы»* 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 компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

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 занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.

		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445- 10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744- 98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.

2	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.
3	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-P-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
4	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
5	Электронно-библиотечная	Принадлежность – сторонняя	Электронная библиотека включает более 5000

	система издательства «ЮРАЙТ»	«Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022 Сумма договора – 478 304.00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
6	Электронно- библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022 Сумма договора – 258 488 - 00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

7	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 Сумма договора – 31 500-00 С 06.04.2022 по 05.04.2023 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
8	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022 Сумма договора – 108 000-00 С 11.04.2022 по 10.04.2023 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

А также всевозможные одноязычные и двуязычные книжные и электронные словари, справочники, программы поиска информации:

- ABBYY Lingvo 12 «Многоязычная версия» – электронные словари;
- Многоязычный электронный словарь «МультиЛекс Делюкс 6»;
- Компьютерная программа Sound Forge (аудио редактор) для воспроизведения, составления и редактирования аудио текстов;
- PROMT Expert 8.0 – система для профессионального перевода документов;
- Средства звукозаписи (предпочтительно – цифровой диктофон или планшетный компьютер) помогают студенту осуществлять самоконтроль в процессе обучения устной речи
- онлайн-курс в LMS Moodle "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=192>).

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.

Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996.

11.5. 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.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
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 (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	O365ProPlusOpen Fclty 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
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Контракт № 90-133ЭА/2021	12 месяцев (ежегодное продление	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Стандартный Russian Edition.	от 07.09.2021	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	
6.	O365ProPlusOpen Students 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	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
7.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
8.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ABBYY Lingvo (многоязычная)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	5 лицензий	бессрочно	Да
9.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10,	5 лицензий	бессрочно	Да

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	программу для ЭВМ) Promt standard Гигант	Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10			
10.	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт от 15.06.2021 № 42-62ЭА/2021	не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2022	Да

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы.	<i>Знать:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий. <i>Уметь:</i> – применять основные приемы перевода. <i>Владеть:</i> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода.	Оценка за контрольную работу № 1 (5 семестр) Оценка за подготовку реферата (5 семестр) Оценка за выполнение практических работ (5 семестр)
Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.	<i>Знать:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе. <i>Уметь:</i> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм. <i>Владеть:</i> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – основной иноязычной терминологией специальности.	Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр) Оценка за выполнение практических работ (5 семестр) Оценка за итоговую контрольную работу №1 (5 семестр)
Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола.	<i>Знать:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – основные приемы перевода; – языковую норму и основные функции языка как системы; – достаточное для выполнения	Оценка за контрольную работу № 3 (6 семестр) Оценка за подготовку реферата (6 семестр)

	перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий. <i>Уметь:</i> – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста. <i>Владеть:</i> – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях; – основной иноязычной терминологией специальности.	Оценка за выполнение практических работ (6 семестр)
Раздел 4. Особенности реферативного перевода.	<i>Знать:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – основные приемы перевода; – языковую норму и основные функции языка как системы; – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий. <i>Уметь:</i> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; – оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе; – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением	Оценка за контрольную работу № 4 (6 семестр) Оценка за выполнение практических работ (6 семестр) Оценка за итоговую контрольную работу №2 (6 семестр)

	грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста. <i>Владеть:</i> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода; – основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.	

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 специалитета, 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 специалитета, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Перевод научно-технической литературы»
основной образовательной программы
Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Органическая химия»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

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 кафедрой органической химии
«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (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. 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 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**:

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 изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений,	ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций; ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических

	веществ и материалов	свойств и установления структуры органических соединений

В результате изучения дисциплины студент специалитета 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			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	4	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	3	108	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	1,33	48	2,22	80
Лекции	1,77	64	0,44	16	1,33	48
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,44	88	1,67	60	0,78	28
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	2,44	0,4	1,67	0,4	0,78	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		87,6		59,6		28
Виды контроля:						
Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)						
Экзамен	1	36	-	-	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	1	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		-		35,6
Вид итогового контроля:			Зачёт с оценкой		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. р. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	3	81	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	96	1,33	36	2,22	60
Лекции	1,77	48	0,44	12	1,33	36
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,44	66	1,67	45	0,78	21
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	2,44	0,3	1,67	0,3	0,78	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		65,7		44,7		21
Виды контроля:						
Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)						
Экзамен	1	27	-	-	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену.		26,7		-		26,7
Вид итогового контроля:			Зачёт с оценкой		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов								
№ п/п	Раздел дисциплины	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
2 семестр										
1.	Раздел 1. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ)	40	-	6	-	14	-	-	-	20
1.1	Природа химической связи	13	-	2	-	6	-	-	-	5
1.2	Алканы	10	-	2	-	3	-	-	-	5
1.3	Стереоизомерия	9	-	1	-	3	-	-	-	5
1.4	Циклоалканы	8	-	1	-	2	-	-	-	5
2.	Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды	39	-	7	-	12	-	-	-	20
2.1	Алкены	15	-	3	-	6	-	-	-	6
2.2	Алкины	10	-	2	-	2	-	-	-	6
2.3	Алкадиены и полиены	14	-	2	-	4	-	-	-	8
3.	Раздел 3. Ароматические соединения	29	-	3	-	6	-	-	-	20
3.1	Теория ароматичности	12	-	1	-	1	-	-	-	10
3.2	Соединения бензольного ряда	17	-	2	-	5	-	-	-	10
3 семестр										
4.	Раздел 4. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые эфиры	43	-	16	-	15	-	-	-	12
4.1	Галогенопроизводные	14	-	6	-	6	-	-	-	2
4.2	Элементарорганические соединения	5	-	2	-	1	-	-	-	2
4.3	Спирты	10	-	4	-	4	-	-	-	2

4.4	Фенолы	6	-	2	-	2	-	-	-	2
4.5	Простые эфиры	4	-	1	-	1	-	-	-	2
4.6	Эпоксисоединения	4	-	1	-	1	-	-	-	2
5.	Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные	42	-	22	-	12	-	-	-	8
5.1	Альдегиды и кетоны	12	-	7	-	4	-	-	-	1
5.2	α , β -Ненасыщенные альдегиды и кетоны	4	-	2	-	1	-	-	-	1
5.3	Одноосновные карбоновые кислоты.	4	-	2	-	1	-	-	-	1
5.4	Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы.	4	-	2	-	1	-	-	-	1
5.5	Многоосновные карбоновые кислоты	5	-	2	-	2	-	-	-	1
5.6	α , β - Ненасыщенные карбоновые кислоты и их функциональные производные	4	-	2	-	1	-	-	-	1
5.7	Альдегидо- и кетокислоты	4	-	2	-	1	-	-	-	1
5.8	Замещённые карбоновых кислот	5	-	3	-	1	-	-	-	1
6.	Раздел 6. Азотсодержащие соединения	23	-	10	-	5	-	-	-	8
6.1	Нитросоединения	5	-	2	-	1	-	-	-	2
6.2.	Амины	8	-	4	-	2	-	-	-	2
6.3	Аза- и диазосоединения	8	-	4	-	2	-	-	-	2
	ИТОГО	216	-	64	-	64	-	-	-	88
	Экзамен	36								
	ИТОГО	252								

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.

Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Теория гибридизации АО. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) и форма молекул. Атомно-орбитальные модели. Эффекты в органической химии. Понятие о механизме химической реакции. Промежуточные соединения и частицы органических реакций.

Кислоты и основа по Брёнстеду и Льюису, примеры взаимодействий.

1.2 Алканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное (конформации) и электронное строение. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности. Реакции галогенирования, механизм реакций радикального замещения. Влияние строения алкана и природы галогена на направление замещения. Энергетический профиль реакции, постулат Хэммонда. Реакции сульфохлорирования и нитрования (по Коновалову), механизмы реакций и особенности протекания.

1.3 Стереоизомерия

Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Хиральность. Энантиомеры. Рацемическая смесь. Способы пространственного изображения оптических изомеров. Относительная и абсолютная конфигурации. Проекция Фишера. *D,L*-Номенклатура. *R,S*-Номенклатура. Понятие об оптической активности соединений с двумя асимметрическими центрами.

2.3 Циклоалканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Конформации. Типы напряжений в циклах (угловое, торсионное, трансаннулярное). 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. Особенности реакций малых циклов. Важнейшие представители: циклопропан, циклопентан, циклогексан.

Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды

2.1 Алкены

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Реакции дегидрогалогенирования и дегидратации, правило Зайцева и Гофмана. Реакции восстановления алкинов. Пространственное строение. Физические свойства. Реакции алкенов. Реакции электрофильного присоединения: бромирование, условия реакции, стереоспецифичность, присоединение водного раствора брома и хлора, особенности реакции хлорирования, механизм. Реакции гидрогалогенирования, механизм, правило Марковникова, его теоретическое объяснение и современная формулировка. Присоединение галогеноводорода к замещённым алкенам, содержащим ЭД- и ЭА-заместители, изменение направления присоединения. Реакция присоединения воды, механизм реакции, перегруппировки. 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, бромирование реагентом *NBS*), механизмы реакций.

Реакции гидрирования алкенов в условиях гетерогенного катализа. Реакции $2\pi+2\pi$ -циклоприсоединения.

Реакции мягкого окисления алкенов: окисление алкенов в присутствии солей палладия (Вакер-процесс). Эпоксидирование алкенов (реакция Прилежаева) с последующим раскрытием эпоксидного цикла (*анти*-дигидроксилирование алкенов). *Син*-дигидроксилирование алкенов: реакция Вагнера, а также окисление оксидом осмия (VIII) с последующим восстановлением. Озонолиз алкенов с последующим восстановлением, зависимость строения продуктов озонолиза от условий восстановления. Трансформация алкенов в альдегиды, кетоны и карбоновые кислоты.

Гидроформилирование алкенов, получение альдегидов. Понятие о карбенах и способах их получения.

2.2 Алкины

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Реакции алкинов. Реакции электрофильного присоединения, их механизмы и стереохимия. Нуклеофильное присоединение к алкинам, механизм реакции. *CN*-Кислотность терминальных алкинов, получение натриевых, литиевых, магниевых, медных и серебряных производных алкинов. Ацетилениды, строение и свойства. Стереоселективное восстановление алкинов: гетерогенное гидрирование алкинов и восстановление щелочными металлами в жидком аммиаке. Олигомеризация ацетилена. Окисление алкинов.

2.3 Алкадиены

Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Аллены. Алкадиены с сопряженными двойными связями. 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. Механизмы реакций. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле реакций электрофильного присоединения к алкенам. Важнейшие представители: бута-1,3-диен, циклопентадиен, циклоалкадиены.

Понятие о перициклических реакциях, их особенности и классификация. Циклоприсоединение. Циклодимеризация алкенов. Реакции Дильса-Альдера. Концепция граничных орбиталей. Использование реакции Дильса-Альдера для синтеза бициклических и полициклических соединений. Электроциклические реакции. Правило Вудворда-Хоффмана. Зависимость стереохимии продуктов электроциклизации от условий осуществления процесса.

Раздел 3. Ароматические соединения.

3.1 Теории ароматичности.

Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Общие критерии ароматичности, правило Хюккеля, графический метод Хюккеля. Антиароматические соединения.

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 присоединения хлора и замещения в гомологах бензола. Каталитическое гидрирование аренов. Восстановление аренов по Бёрчу. Окисление 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.

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.

Раздел 4. Галогенопроизводные и металлоорганические соединения. Спирты, фенолы, простые эфиры.

4.1 Галогенопроизводные

Классификация. Номенклатура.

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома и элиминирования. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Амбидентные нуклеофильные реагенты.

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 .

Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, природа нуклеофильного агента и растворителя. Ацидофильный катализ. Стереохимия реакций S_N1 .

Влияние растворителя на направление и скорость реакций нуклеофильного замещения.

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. Понятие о ненуклеофильных основаниях (ДБУ, ДБН, гуанидины). 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. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах ($S_N2(Ar)$ или механизм присоединения-отщепления). Неактивированные

галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена (механизм отщепления-присоединения). Электронное строение аринов.

4.2 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. Строение реактивов Гриньяра в кристаллическом состоянии и в растворе. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода: кислотами, спиртами, аминами. Реакции с карбонильными соединениями (диоксидом углерода, альдегидами, кетонами). Взаимодействие с нитрилами. Реакция Гриньяра с галогенидами различных элементов как метод получения элементорганических соединений. Применение литийорганических соединений в органическом синтезе (реагент Гилмана).

4.3 Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в спиртах, влияние на физические свойства. 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. Псевдогалогениды: образование мезитатов, тозилатов и трифлатов из спиртов, их строение и использование в органическом синтезе. Реакции элиминирования. Кислотно-катализируемая дегидратация: межмолекулярная дегидратация, внутримолекулярная дегидратация; механизмы, реакционная способность, направление отщепления. Правило Зайцева. 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 тионом, механизмы реакций. Окисление спиртов. Взаимодействие спиртов с перманганатом калия и оксидом марганца (IV). Окисление спиртов соединениями хрома (VI) – реагент Джонса. Окисление спиртов соединениями гипервалентного йода (окисление реагентом Десса-Мартина). Окисление с использованием активированного диметилсульфоксида: окисление по Свёрну. Понятие о защитных группах спиртов – силиловые эфиры спиртов.

4.4 Фенолы

Классификация и номенклатура. Способы получения. 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 феноксидов, их строение и свойства. Реакции алкилирования и ацилирования фенолов, механизм реакции. Реакции ароматического ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование, Реакция Кольбе, ее механизм и влияние различных факторов на ее результат. Реакция Реймера-Тимана. 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. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции кислотного расщепления: механизмы и направление реакций расщепления. Окисление кислородом воздуха. Применение в органическом синтезе.

4.6 Эпоксисоединения (оксираны)

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. 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. 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 О-нуклеофилов: воды, одноатомных и многоатомных спиртов, алкоксидов; механизмы реакций. 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. 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, гидразинов и его производных; механизмы реакций. Реакции с галогенонуклеофилами. 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. 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. Аминометилирование альдегидов и кетонов (реакция Манниха).

Реакции окисления: окисление реактивом Джонса, реактивом Толленса, соединениями марганца (VII), реакция Байера-Виллигера, ее механизм. Реакция Канницаро, ее механизм. Перекрестная реакция Канницаро. 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 α,β -Ненасыщенные альдегиды и кетоны.

α,β -Ненасыщенные карбонильные соединения. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Нуклеофильное присоединение к α,β -ненасыщенным карбонильным соединениям: 1,2-присоединение (прямое присоединение) и 1,4-присоединение (сопряженное присоединение, реакция Михаэля). Доноры и акцепторы Михаэля. Факторы, влияющие на тип присоединения: строение субстрата, строение реагента. Присоединение металлоорганических соединений: реактивов Гриньяра, литийорганических соединений и

литийдиалкилкупратов. Прямое и сопряженное присоединение цианид-аниона, контроль условий процесса для выбора типа присоединения. Присоединение О-, N- и S-нуклеофилов. Значение реакции Михаэля в органическом синтезе. Енаминный метод Сторка. Аннелирование по Робинсону.

5.3 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. ОН-Кислотность. Зависимость между строением и кислотностью. *Орто*-эффект. Основность карбоновых кислот. Реакция этерификации, ее механизм. Взаимодействие с аммиаком, первичными и вторичными аминами, механизм реакций. Понятие о конденсирующих реагентах на примере *N,N'*-дициклогексилкарбодиимида. 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-Хундиккеру.

5.4 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, металлоорганические соединения – метод Гилмана для синтеза карбонильных соединений), механизмы реакций. Восстановление до альдегидов по Розенмунду.

Сложные эфиры. Способы получения. Гидролиз сложных эфиров в условиях кислого и основного катализа, механизмы процессов. Аммонолиз, механизм реакции. Переэтерификация, механизм реакции. Реакции с металлоорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов.

Ангидриды карбоновых кислот. Способы получения. Реакции ангидридов кислот. Кетен, получение и свойства.

Нитрилы. Способы получения. Кислый и щелочной гидролиз нитрилов, механизм процессов. Восстановление комплексными гидридами металлов до аминов и альдегидов. Взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями.

Амиды. Способы получения. Гидролиз, механизм реакции. Восстановление до аминов. Дегидратация амидов. Перегруппировки Гофмана, механизм реакции.

5.5 Многоосновные карбоновые кислоты.

Многоосновные карбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. 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), реакция Родионова.

5.6 α,β - Ненасыщенные карбоновые кислоты, их функциональные производные. Непредельные дикарбоновые кислоты.

Номенклатура. Способы получения. Пространственная изомерия. Физические и химические свойства. Особенности кислотных свойств. Реакции электрофильного присоединения. Стереохимия. Нуклеофильное присоединение к α,β -ненасыщенные производным карбоновых кислот: 1,2-присоединение (прямое присоединение) и 1,4-

присоединение (сопряженное присоединение, реакция Михаэля). Особенности реакций. Отдельные представители: акриловая кислота, коричная кислота, малеиновая и фумаровая кислоты.

5.7 Альдегидо- и кетокислоты.

Классификация и номенклатура. α , β , γ -Альдегидо- и кетокислоты. Особенности химических свойств. Отношение к нагреванию, реакции окисления.

Ацетоуксусный эфир: строение и способы получения. Сложноэфирная конденсация Кляйзена, ее механизм. Перекрестная конденсация Кляйзена. Внутримолекулярная конденсация сложных эфиров дикарбоновых кислот (конденсация Дикмана). СН-кислотность. Еноляты ацетоуксусного эфира: строение, реакции алкилирования, ацилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Кислотное и кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. Синтезы карбоновых кислот и кетонов из ацетоуксусного эфира. Примеры.

5.8 Замещённые карбоновых кислот.

Классификация и номенклатура. Галогензамещённые кислот. Способы получения α - и β -галогенозамещённых кислот. Гидроксикислоты: классификация и номенклатура. Особенности свойств α -, β -, γ -галогензамещённых и гидроксикислот. Лактиды, лактоны. Аминокислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения: общий способ получения α -замещённых кислот, амидомалонатный способ получения ароматических аминокислот. Реакция Родионова. Строение и особенности физических свойств аминокислот, цвиттер-ионы и кислотно-основные свойства. Важнейшие химические свойства. Реакции с участием соседней группы (анхимерное содействие) в реакциях α -галогензамещённых кислот, механизм реакции. Особенности реакции этерификации, алкилирования и ацилирования аминокислот. Реакции диазотирования.

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 Анри). 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. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Строение и основность. Реакции с кислотами, строение солей, их номенклатура и свойства. Алкилирование и ацилирование; механизмы этих реакций. 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. N-оксиды amino. Применение в промышленном органическом синтезе.

6.3 Азо- и diazosоединения

Получение diazosоединений реакцией diaзотирования: условия проведения реакции и механизм, природа нитрозирующего реагента; различия в устойчивости

насыщенных и ароматических диазосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазониевой группы на гидроксигруппу, фтор, йод. 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 ТРЕБОВАНИЯМ 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 общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:								
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК						
13	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций;	+	+	+	+	+	+

-	ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач	+					
—	ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений						+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
2 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	Стереоизомерия. 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
3 семестр			
17	4.2	Металлорганические соединения	2
18	4.1	Галогенопроизводные	2
19	4.1	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	5.3-5.4	Карбоновые кислоты и их функциональные производные	2
27	5.5-5.6	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 зачета с оценкой (2 семестр) и экзамена (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. 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 *зачёт с оценкой (2 семестр) и экзамен (3 семестр)* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

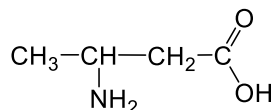
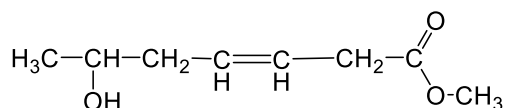
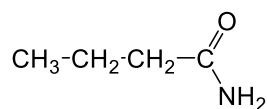
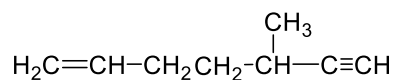
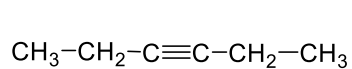
Программой дисциплины «Органическая химия» реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

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). Максимальная оценка за самостоятельные работы составляет по 4 балла, за рейтинговую контрольную работу 1 – 16, за 2-20, а 3-16 баллов соответственно, суммарно – 60 баллов (2 семестр) и 60 баллов (3 семестр). Максимальная оценка за контрольные работы - 56, и 4 балла за самостоятельную работу. Из них за рейтинговую работу 4 – 16 баллов, за работы 5 и 6 составляет по 20 баллов за каждую работу. (3 семестр)-

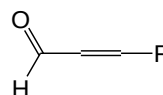
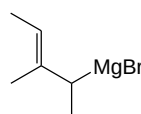
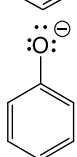
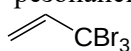
Раздел 1. Примеры вопросов к самостоятельной работе № 1. Максимальная оценка – 4 балла.

1) Следующие соединения отнесите к рядам, классам и назовите по номенклатуре IUPAC:



2) Приведите формулы следующих соединений: анилин; толуол; стирол; муравьиный альдегид; 2-этоксипутановая кислота.

3) Условными символами покажите направления индуктивного эффекта и резонансного эффекта (эф. сопряжения). Показать, какие группы являются электронодонорными, а какие электроноакцепторными? Наличие резонансного эффекта подтвердить написанием резонансных структур.



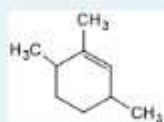
Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	1,5	1	1,5	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

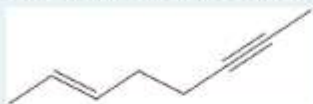
Балл: 0,30

🚩 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

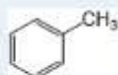
Балл: 0,80

🚩 Отметить
вопрос

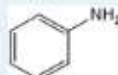


Редактировать
вопрос

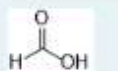
Установите соответствие между формулой соединения и его тривиальным названием:



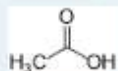
Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос **4**

Пока нет
ответа

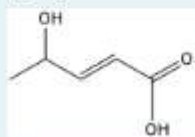
Балл: 0,50

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Для указанного соединения введите правильное название по номенклатуре ИЮПАК:



Ответ:

Вопрос **5**

Пока нет
ответа

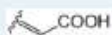
Балл: 0,80

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

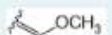
Установите соответствие между функциональной группой и её донорно-акцепторными свойствами:



Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос 6
Пока нет ответа
Балл: 0.40
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

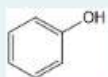
Укажите, какими эффектами или набором эффектов обладает функциональная группа в следующем соединении:



- ☐ 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

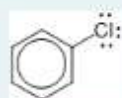
Укажите, какими эффектами или набором эффектов обладает функциональная группа в следующем соединении:



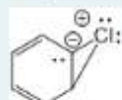
- ☐ a. +I
- ☐ b. -I
- ☐ c. |+M| > |-I|
- ☐ d. +I, +M
- ☐ e. |+M| < |-I|
- ☐ f. -I, -M

Вопрос 8
Пока нет ответа
Балл: 0.50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

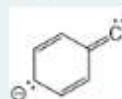
Укажите все структуры, которые являются резонансными для молекулы хлорбензола:



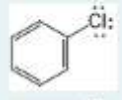
Выберите...



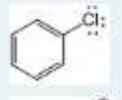
Выберите...



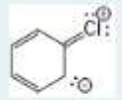
Выберите...



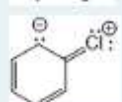
Выберите...



Выберите...



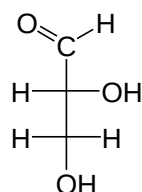
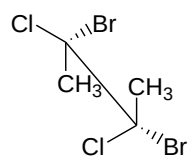
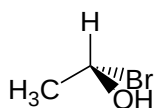
Выберите...



Выберите...

Примеры вопросов к самостоятельной работе № 2. Максимальная оценка – 4 балла.

1). Назвать соединения по R, S - номенклатуре:



2). Написать структурную формулу предложенного соединения в виде формулы Фишера и определить его конфигурацию по R, S-номенклатуре:

D-2-метил-1-бутанол

3). Изобразить цис-1,3-диметоксициклогексан в устойчивой конформации.

4). Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	1,5	1,5	1	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...

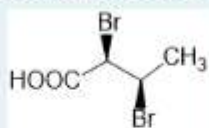
Вопрос **2**
Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

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

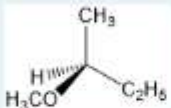
Установите соответствие между названиями и их отношение к заданной структуре



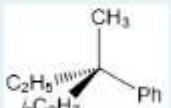
(2S,3R)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...
(2R,3R)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...
(2R,3S)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...
(2S,3S)-2,3-дибромбутановая кислота	Выберите...

Вопрос 4
Пока нет ответа
Балл: 0,80
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

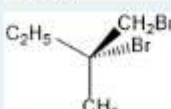
Установить соответствие между структурой и названием



Выберите...



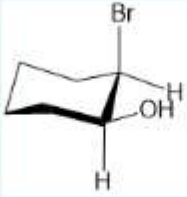
Выберите...



Выберите...

Вопрос 5
Пока нет ответа
Балл: 0,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

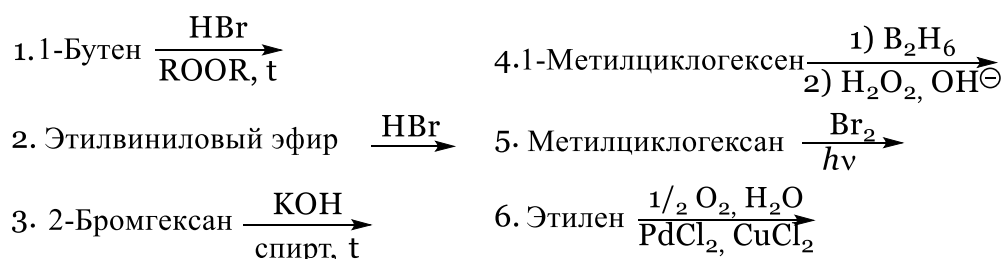
Укажите правильное название для структуры:



☐ а. (1R,2R)-2-бромциклогексан-1-ол
☐ б. (1S,2S)-2-бромциклогексан-1-ол
☐ в. (1S,2R)-2-бромциклогексан-1-ол

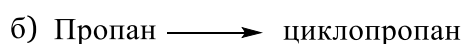
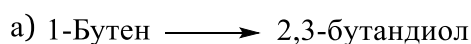
Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка– 16 баллов..

1. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения (36).

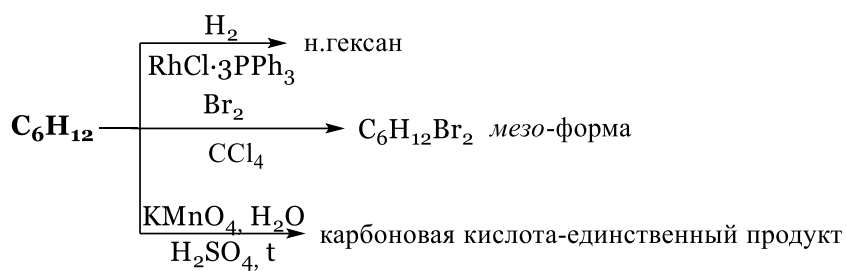


2. Приведите механизмы реакций №1 и №2 (26). Укажите стереохимический результат реакции №2. Приведите клиновидные формулы стереоизомеров и назовите их по R,S-номенклатуре (1,06). Для продукта реакции №5 приведите конфигурацию и наиболее устойчивую конформацию (1,06).

3. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (46).



4. Установите строение соединения и напишите все указанные реакции (36).



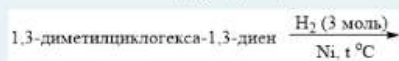
Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	9	4	3	16

Тестовый формат:

Вопрос 1
Пока нет ответа
Балл: 0.50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

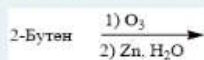
Укажите основной продукт реакции



- ☐ 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

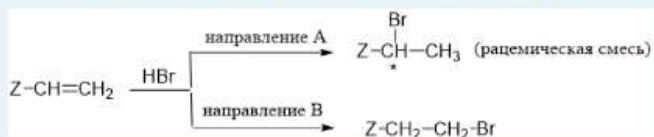
Продуктом(-ами) нижеприведенной реакции является(-ются)



- ☐ 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

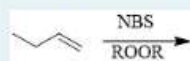
Замещённые этилены могут реагировать с галогеноводородом по двум направлениям в зависимости от строения заместителя. Схема дана ниже. Установите соответствие между Z-этиленом (где Z-это заместитель/функциональная группа) и направлением, по которому образуются продукты соответствующего строения.



1-бутен	Выберите...
нитроэтилен	Выберите...
метоксизтилен	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

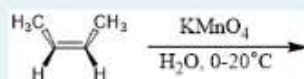
Вопрос 5
Пока нет ответа
Балл: 0,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

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

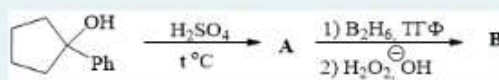
Продуктом(-ами) нижеприведенной реакции является(-ются)



- ☐ 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

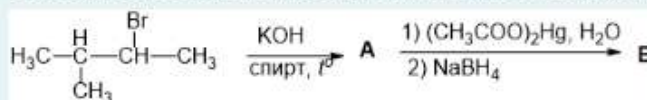
Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



- 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

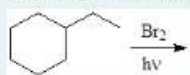
Балл: 1,20

Отметить вопрос

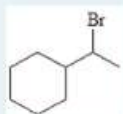


Редактировать вопрос

Выберите верные суждения о механизме следующей реакции:

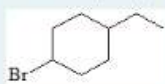


- ☐ a. Механизм реакции S_N нецепной с образованием преимущественно

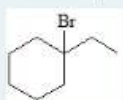


- ☐ b. При гомолитическом разрыве связи углерод-водород образуются углеводородный радикал и водород-радикал
- ☐ c. Механизм реакции S_N цепной с преимущественным образованием наиболее стабильного углеводородного радикала
- ☐ d. Механизм реакции S_N цепной с образованием радикала Br

- ☐ e. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



- ☐ f. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



Вопрос 10

Пока нет ответа

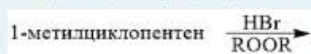
Балл: 1,20

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

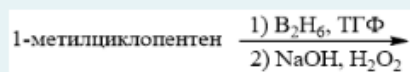
Балл: 1,20

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Выберите верные утверждения о механизме реакции:



- ☐ a. Образуется наименее замещённый спирт
- ☐ b. ТГФ 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

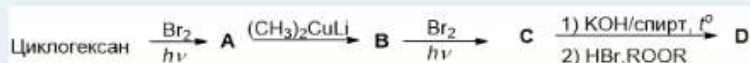
Пока нет
ответа

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

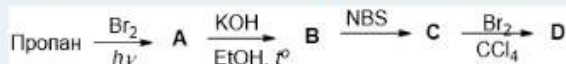
Пока нет
ответа

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

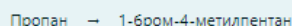
Пока нет
ответа

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.

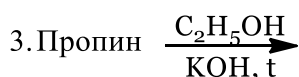
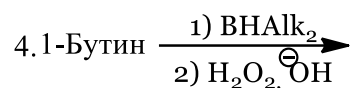
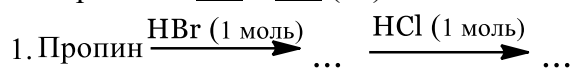


- ☐ a. (1R,2R)-1,2-дибромциклопентан, (1S,2S)-1,2-дибромциклопентан
- ☐ b. 1-метилциклобутен
- ☐ c. циклопентен
- ☐ d. этилциклопропен
- ☐ e. (R)-1,3-дибромпентан, (S)-1,3-дибромпентан
- ☐ f. (1R,2R)-1-метил-1,2-дибромциклобутан, (1S,2S)-1-метил-1,2-дибромциклобутан
- ☐ g. (1R,2S)-1-метил-1,2-дибромциклобутан, (1S,2R)-1-метил-1,2-дибромциклобутан
- ☐ h. (1R,2S)-1,2-дибромциклопентан, (1S,2R)-1,2-дибромциклопентан

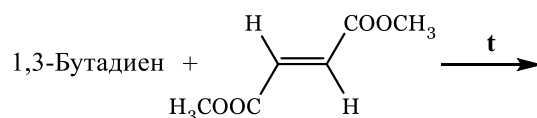
Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов.

Вариант 1

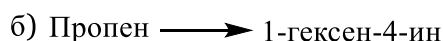
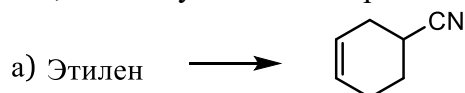
1. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения (3б). Приведите механизмы реакций №5 и №6 (3б).



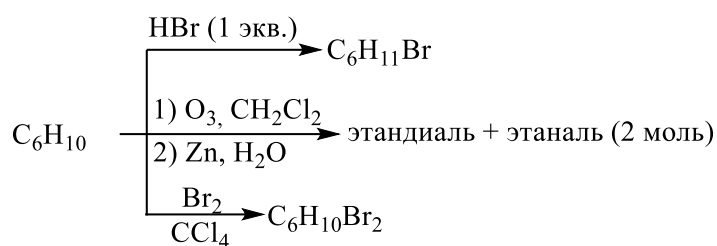
2. Напишите уравнение реакции. Какова конфигурация продукта реакции? Укажите стереохимический результат реакции (2б).



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

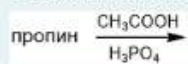
Балл: 0,50

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

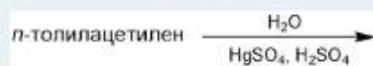
Балл: 0,50

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.  + 

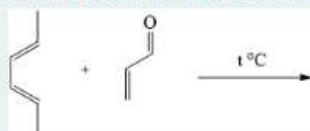
Вопрос **7**
Пока нет ответа
Балл: 0,50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

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

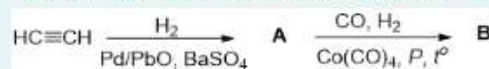
Укажите основной продукт реакции



- ☐ 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

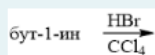
Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:

1,3-пентадиен + HBr

- ☐ a.
- ☐ b.
- ☐ c.
- ☐ d.
- ☐ e.
- ☐ f.
- ☐ g.

Вопрос 11
Пока нет ответа
Балл: 1.50
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

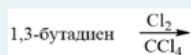
Выберите все правильные утверждения о схеме механизма реакции:



- ☐ 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 +60градC 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 бромзтаном
 - 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** $\xrightarrow[\text{t}^\circ]{\text{H}_2\text{O, H}_2\text{SO}_4, \text{HgSO}_4}$ **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.

$\text{C}_5\text{H}_8 \xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2} \text{C}_5\text{H}_8\text{Br}_2$

$\text{C}_5\text{H}_8 \xrightarrow[2)\text{ Zn, H}_2\text{O}]{1)\text{ O}_3, \text{CH}_2\text{Cl}_2}$ глиоксаль (этандиаль) + этаналь + метаналь

$\text{C}_5\text{H}_8 \xrightarrow{\text{H}_2\text{C}=\text{CHNO}_2} \text{C}_7\text{H}_{11}\text{NO}_2$

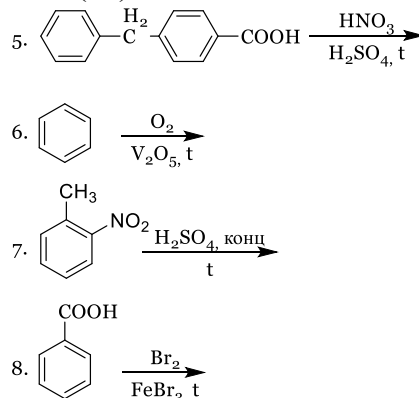
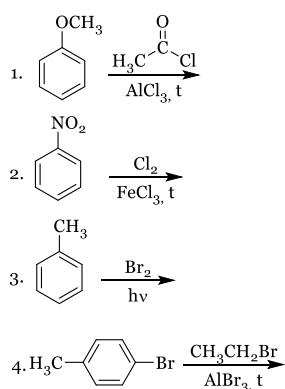
C_5H_8 Выберите...

$\text{C}_7\text{H}_{11}\text{NO}_2$ Выберите...

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 16 баллов.

Вариант 1

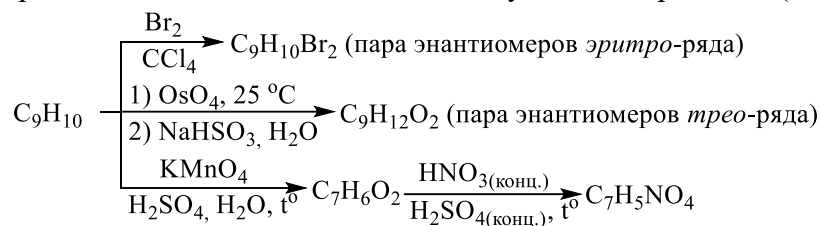
1. Напишите уравнения реакций. Назовите исходные соединения и продукты реакций. Для реакции №1 укажите электронные эффекты заместителя, приведите механизм и объясните состав продуктов реакции с позиции теории резонанса. (9б).



2. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (6б).

- 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 (4б).



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

-CONH ₂	Выберите...
-Br	Выберите...
-NHCOCH ₃	Выберите...
-OCH ₃	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

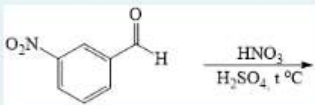
Пока нет ответа

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

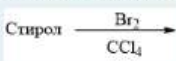
Пока нет ответа

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

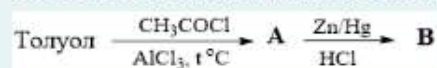
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



B Выберите...

A Выберите...

Вопрос 6

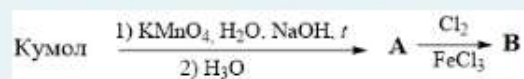
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



A Выберите...

B Выберите...

Вопрос 7

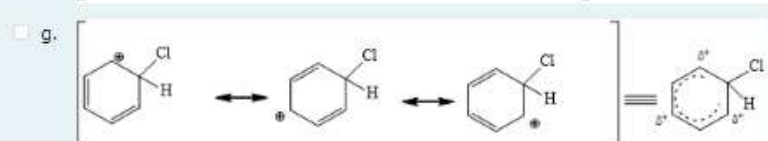
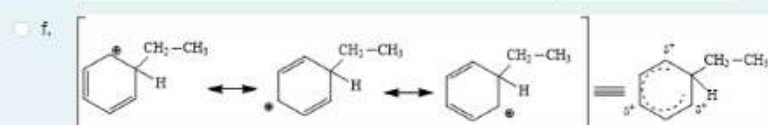
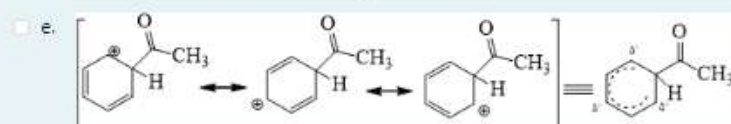
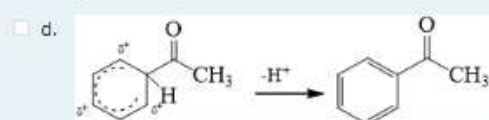
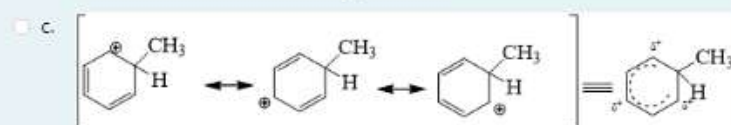
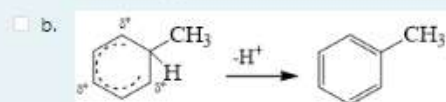
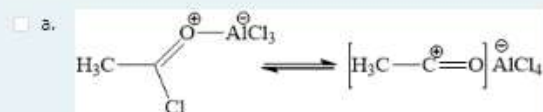
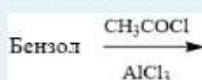
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:



Вопрос 8

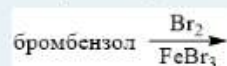
Пока нет ответа

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**

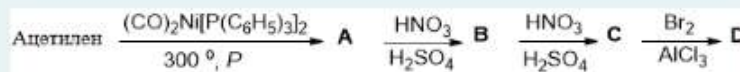
Пока нет ответа

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**

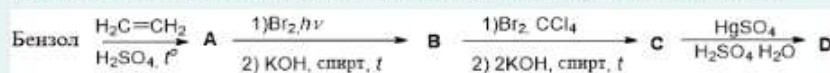
Пока нет ответа

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**

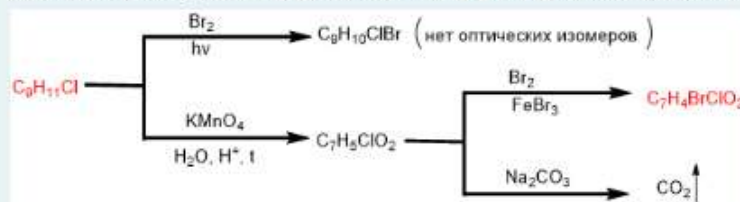
Пока нет ответа

Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

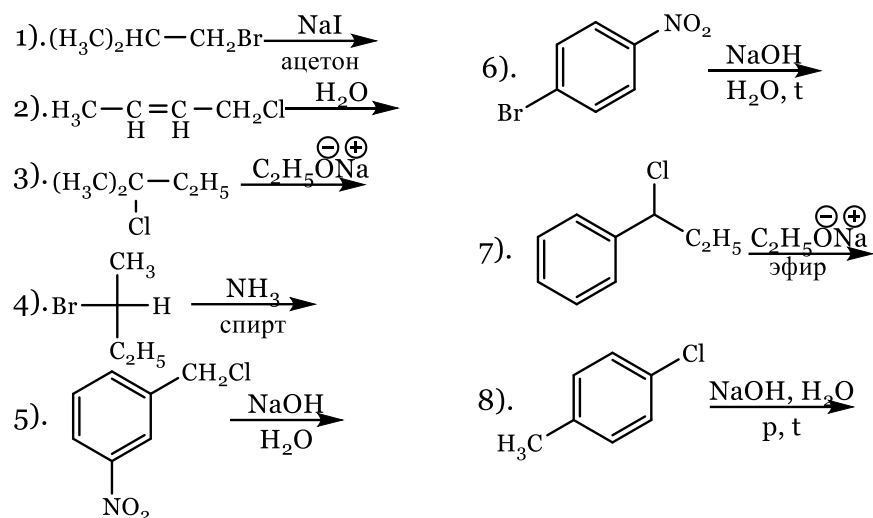
Установите строение соединений, выделенных красным цветом и установите соответствие с названием.



$\text{C}_7\text{H}_4\text{BrClO}_2$	Выберите...	⇅
$\text{C}_9\text{H}_{11}\text{Cl}$	Выберите...	⇅

Раздел 4. Примеры вопросов к самостоятельной работе № 3. Максимальная оценка – 4 балла.

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	0,4	0,4	0,4	1,2	0,4	0,4	0,4	0,4	4

Тестовый формат:

Вопрос 1

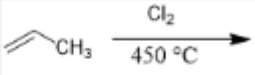
Пока нет ответа

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

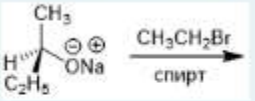
Пока нет ответа

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

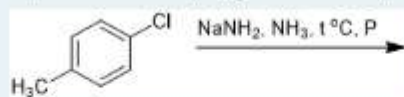
Балл: 0,5

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...

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 16 баллов.

Напишите реакции (0,4 балла). Назовите полученные соединения (0,1 балл).

- 2-Метил-2-хлорбутан $\xrightarrow[\text{HCOOH}, t^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$
- 4-Метилбензолсульфоновая кислота $\xrightarrow[2) \text{HCl}]{1) 3 \text{ KOH}, 320^\circ\text{C}}$
- цис*-4-*трет*.Бутилциклогексанол $\xrightarrow[2) (\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2]{1) \text{K}}$
- n*-Крезол $\xrightarrow[2) \text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{Cl}]{1) \text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}}$
- (*R*)-2-Пентанол $\xrightarrow[\text{пиридин}]{\text{SOCl}_2}$
- Фенол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, 5^\circ\text{C}]{\text{NaNO}_2} \dots \xrightarrow{\text{HNO}_3 (\text{разб.})}$
- Метилфениловый эфир $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{HBr}}$
- Изобутанол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}]{(S)\text{-CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-COOH}}$

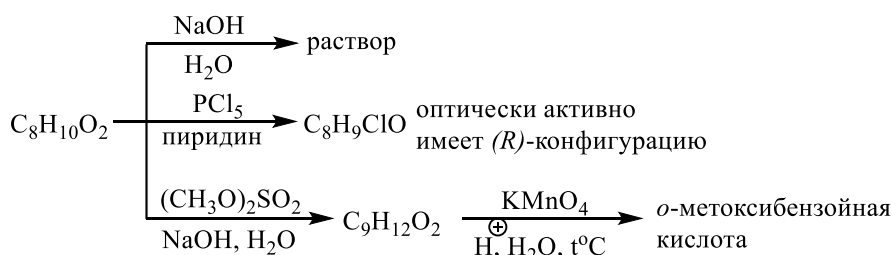
II. Приведите механизмы следующих реакций (3 балл).

- Фенолят натрия $\xrightarrow[p, 125^\circ\text{C}]{\text{CO}_2}$
- n*-Нитрохлорбензол $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}}$
- 2,3-Диметилоксиран $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{CH}_3\text{NH}_2}$

III. Осуществите следующие превращения (6 балла).

- Бензол и 1-бутен $\longrightarrow$ 2-Фенил-2-бутанол
- (*R*)-2-Пентанол $\longrightarrow$ (*S*)-2-Нитропентан
- Йодбензол $\longrightarrow$ 4-Нитроэтоксibenзол

IV. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции (3 балла).



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	4	3	6	3	16

Тестовый формат:

Вопрос **1**
Пока нет
ответа
Балл: 0,50
🚩 Отметить
вопрос
⚙ Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт приведенной реакции.



Выберите один ответ:

- ☐ A. 3-фенилпроп-1-ен
- ☐ B. 1-фенилпроп-1-ен
- ☐ C. 1-фенил-1-аминопропан
- ☐ D. 1-фенил-1-метилэтен

Вопрос **2**
Пока нет
ответа
Балл: 0,50
🚩 Отметить
вопрос
⚙ Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт приведенной реакции.



Выберите один ответ:

- ☐ A. (3*R*,5*S*)-3-метокси-5-метилциклогексен
- ☐ B. (3*S*,5*S*)-3-метокси-5-метилциклогексен
- ☐ C. (3*S*,5*R*)-3-метокси-5-метилциклогексен
- ☐ D. (3*R*,5*R*)-3-метокси-5-метилциклогексен

Вопрос **3**
Пока нет
ответа
Балл: 0,50
🚩 Отметить
вопрос
⚙ Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт приведенной реакции.

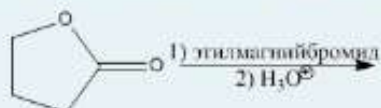


Выберите один ответ:

- ☐ A. 1-бутилциклогексанол
- ☐ B. 2-бутилциклогексанон
- ☐ C. циклогексилбутиловый эфир
- ☐ D. литиевая соль 1-бутилциклогексанона

Вопрос **4**
Пока нет
ответа
Балл: 0,50
🚩 Отметить
вопрос
⚙ Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт приведенной реакции.



Выберите один ответ:

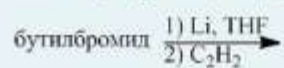
- ☐ A. 6-гидроксигексан-3-он
- ☐ B. гексан-1,4-диол
- ☐ C. гексан-3-ол
- ☐ D. 4-этилгексан-1,4-диол

Вопрос 5Пока нет
ответа

Балл: 0,50

🚩 Отметить
вопросРедактировать
вопрос

Укажите продукты приведенной реакции



Выберите один или несколько ответов:

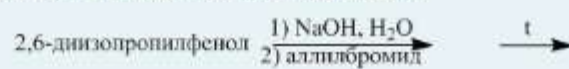
- ☐ A. н-бутан
- ☐ B. гексан
- ☐ C. литиевая соль ацетилена
- ☐ D. гекс-1-ин

Вопрос 6Пока нет
ответа

Балл: 0,50

🚩 Отметить
вопросРедактировать
вопрос

Укажите продукты приведенной реакции



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. 4-аллил-2,6-диизопропилфенол
- ☐ B. 2-(аллилокси)-1,3-диизопропилбензол
- ☐ C. 2-аллил-6-изопропилфенол
- ☐ D. 2,6-диизопропил-4-аллилфенол

Вопрос 7

Пока нет
ответа

Балл: 0,50

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Укажите продукты приведенной реакции



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. пропан-1-ол
- ☐ B. 1-йодпропан
- ☐ C. аллиловый спирт
- ☐ D. аллилийодид

Вопрос 8

Пока нет
ответа

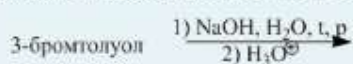
Балл: 0,50

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Укажите продукты приведенной реакции



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. м-крезол
- ☐ B. п-крезол
- ☐ C. о-крезол
- ☐ D. п-крезолят натрия

Вопрос 9

Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите соответствие между реакцией и предполагаемым механизмом ее протекания

салицилат серебра $\xrightarrow[\text{DMSO}]{\text{MeI}}$	Выберите... ▾
3,3-диметилбутан-2-ол $\xrightarrow[180^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4}$	Выберите... ▾
2,3-дибромнитробензол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$	Выберите... ▾
пропан-1-ол $\xrightarrow[\text{Py}]{\text{MsCl}}$	Выберите... ▾

Вопрос 10

Пока нет
ответа

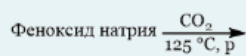
Балл: 2,00

Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Выберите **верные суждения** о механизме следующей реакции:

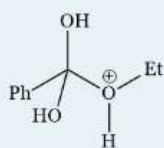
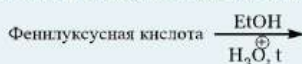


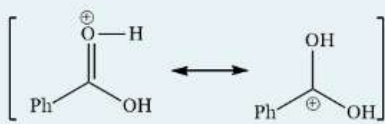
Выберите один или несколько ответов:

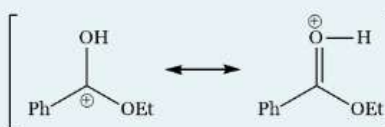
- ☐ A. Ароматическая система феноксид-иона может считаться активированной к электрофильному замещению
- ☐ B. Промежуточная частица описывается набором резонансных структур, среди которых есть наиболее устойчивая, хиноидного типа, несущая суммарный положительный заряд
- ☐ C. Промежуточная частица описывается набором резонансных структур, среди которых есть наиболее устойчивая, хиноидного типа, несущая суммарный отрицательный заряд
- ☐ D. Все атомы углерода интермедиата, строение которого может быть описано набором резонансных структур, находятся в sp^2 -гибридном состоянии
- ☐ E. Ароматическая система феноксид-иона не может считаться активированной к электрофильному замещению

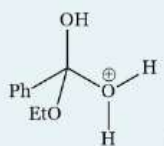
Вопрос 11
Пока нет
ответа
Балл: 2,00
🚩 Отметить
вопрос
⚙️ Редактировать
вопрос

Выберите правильную последовательность интермедиатов, следующих по порядку в механизме следующей реакции:



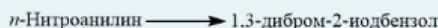






Вопрос 12
Пока нет
ответа
Балл: 2,00
🚩 Отметить
вопрос
⚙️ Редактировать
вопрос

Осуществить превращение:



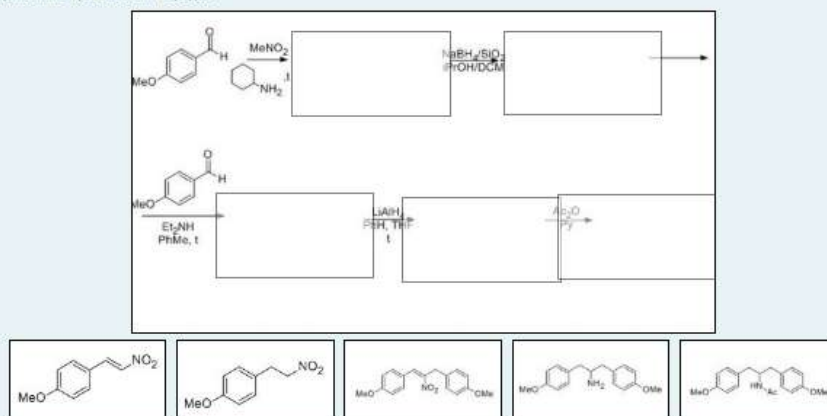
наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

Выберите один ответ:

- ☐ A. 1) Diazotированием исходного соединения с образованием соли диазония
2) Действием на соль диазония иодида калия при нагревании
3) Бромированием синтезированного соединения избытком брома в уксусной кислоте
4) Повторным диазотированием полученного на предыдущей стадии соединения с образованием соли диазония
5) Действием на соль диазония спиртового раствора ацетата натрия при нагревании
- ☐ B. 1) Ацилированием исходного вещества уксусным ангидридом при небольшом нагревании
2) Бромированием исходного соединения избытком брома в уксусной кислоте
3) Восстановлении полученного на предыдущей стадии соединения литийалюмогидридом в тетрагидрофуране и последующим подкислением
4) Гидролизом в присутствии минеральной кислоты при нагревании вещества, полученного на предыдущей стадии
5) Диазотированием полученного соединения с последующим действием на образовавшуюся соль диазония раствора фосфорноватистой кислоты
- ☐ C. 1) Бромированием исходного соединения избытком брома в уксусной кислоте
2) Диазотированием полученного соединения с образованием соли диазония
3) Действием на соль диазония иодида калия при нагревании
4) Восстановлением полученного на предыдущей стадии соединения раствором сульфида натрия
5) Повторным диазотированием полученного на предыдущей стадии соединения с образованием соли диазония и действием на неё спиртового раствора ацетата натрия при нагревании
- ☐ D. 1) Бромированием исходного соединения избытком брома в уксусной кислоте
2) Диазотированием полученного соединения с образованием соли диазония
3) Действием на соль диазония иодида калия при нагревании
4) Восстановлением полученного на предыдущей стадии соединения раствором сульфида натрия
5) Повторным диазотированием полученного на предыдущей стадии соединения с образованием соли диазония и действием на неё метилового спирта в присутствии минеральной кислоты при нагревании
- ☐ E. 1) Ацилированием исходного вещества уксусным ангидридом при небольшом нагревании
2) Бромированием образовавшегося соединения избытком брома в уксусной кислоте
3) Восстановлении полученного на предыдущей стадии соединения литийалюмогидридом в тетрагидрофуране и последующим подкислением
4) Гидролизом в присутствии минеральной кислоты при нагревании вещества, полученного на предыдущей стадии
5) Диазотированием полученного соединения с последующим действием на образовавшуюся соль диазония спиртового раствора ацетата натрия при нагревании

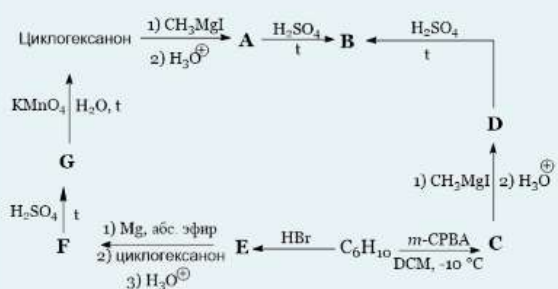
Вопрос: **13**
Пока нет ответа
Балл: 1,00
⚑ Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

Расположите соединения в правильном порядке



Вопрос: **14**
Пока нет ответа
Балл: 2,00
⚑ Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

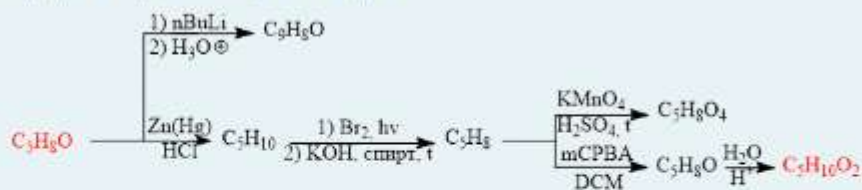
Установите соответствие между представленными веществами A-G в цепочке превращений и их названиями.



B	Выберите...
F	Выберите...
D	Выберите...
G	Выберите...

Вопрос: **15**
Пока нет ответа
Балл: 2,00
⚑ Отметить вопрос
⚙ Редактировать вопрос

Определите выделенные красным соединения:

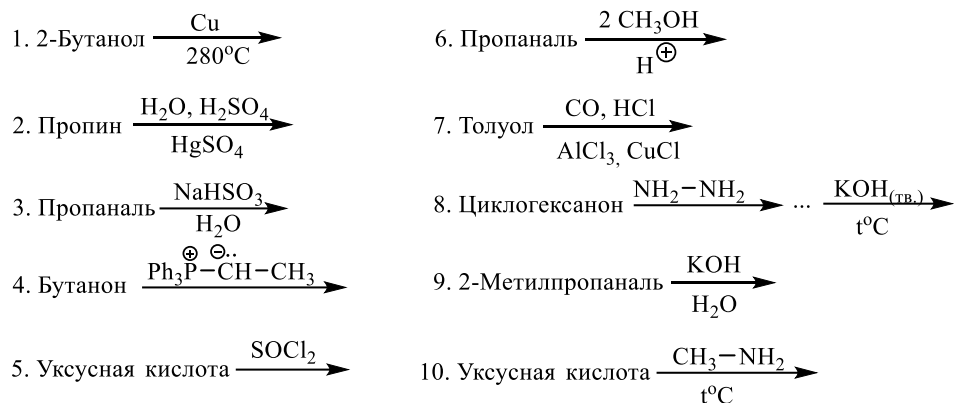


Выберите один ответ:

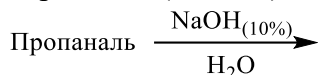
- ☐ A. 2-метилденбутан-1-ол; транс-2-метилциклобутанол
- ☐ B. бут-3-ен-1-ол; цисциклопентан-1,2-диол
- ☐ C. 3-метилиденбутан-1-ол; транс-2-метилциклобутанол
- ☐ D. циклогексанон; трансциклопентан-1,2-диол

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 20 баллов.

I. Напишите реакции, назовите полученные соединения (6 баллов).



II. Приведите механизм следующей реакции (3 балла).

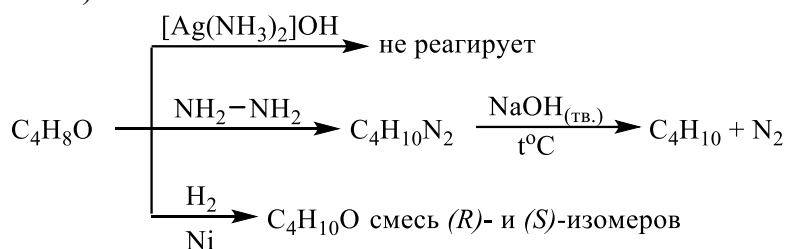


III. Осуществите следующие превращения (7 баллов).

1. Этилен $\longrightarrow$ Масляная кислота

2. Бензол $\longrightarrow$ Бензальанилин

IV. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции (4 балла).



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	6	3	7	4	20

Тестовый формат:

Вопрос: **1**
Пока нет ответа
Балл: 0,5
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции

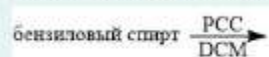


Выберите один ответ:

- ☐ А. циклогексанкарбоновая кислота
- ☐ В. циклогексанон
- ☐ С. 2-циклогексилацетальдегид
- ☐ D. циклогексанкарбальдегид

Вопрос: **2**
Пока нет ответа
Балл: 0,5
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ А. ацетофенон
- ☐ В. бензальдегид
- ☐ С. бензойная кислота
- ☐ D. фенилуксусная кислота

Вопрос 3

Пока нет
ответа

Балл: 0,5

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. *N,N,N',N'* - тетраэтил-3-гидроксипентандиамид
- ☐ B. тетраэтил пропан-1,1,3,3-тетракарбоксилат
- ☐ C. диэтил 3-гидроксипентан-1,5-диоат
- ☐ D. диэтил глутарат

Вопрос 4

Пока нет
ответа

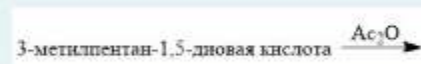
Балл: 0,5

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. 3-метилбут-3-еновая кислота
- ☐ B. диэтил 3-метилглутарат
- ☐ C. 3-метилбутановая кислота
- ☐ D. 3-метилглутаровый ангидрид

Вопрос 5

Пока нет
ответа

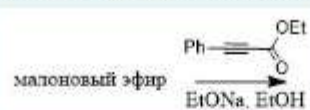
Балл: 0,5

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. диэтил 2-бензилденсукцинат
- ☐ B. триэтил 2-фенилпроп-2-ен-1,1,3-трикарбоксилат
- ☐ C. 2-бензилиденянтарная кислота
- ☐ D. диэтил 3-фенилпент-2-ендиоат

Вопрос 6

Пока нет
ответа

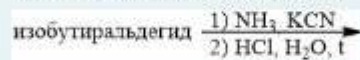
Балл: 0,5

🚩 Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. гидрохлорид лейцина
- ☐ B. изолейцин
- ☐ C. лейцин
- ☐ D. гидрохлорид валина

Вопрос 7

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. Ацетон
- ☐ B. Бутанон
- ☐ C. 2-гидрокси-2-метилпропанонитрил
- ☐ D. Ацетонитрил
- ☐ E. 2-гидрокси-2-метилбутанонитрил

Вопрос 8

Пока нет ответа

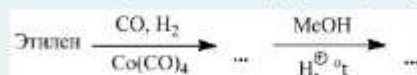
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. Метилпропаноат
- ☐ B. Пропановая кислота
- ☐ C. Пропаналь
- ☐ D. Диметилацеталь пропаналя

Вопрос 9

Пока нет ответа

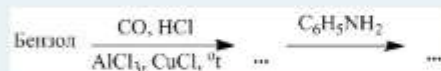
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. Бензальдегид
- ☐ B. Бензальанилин
- ☐ C. Бензойная кислота
- ☐ D. Фенилбензиламин

Вопрос 10

Пока нет ответа

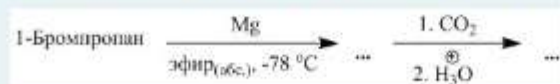
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. 2-Метилпропановая кислота
- ☐ B. Бутановая кислота
- ☐ C. Изопропилмагний бромид
- ☐ D. Пропилмагний бромид

Вопрос 11

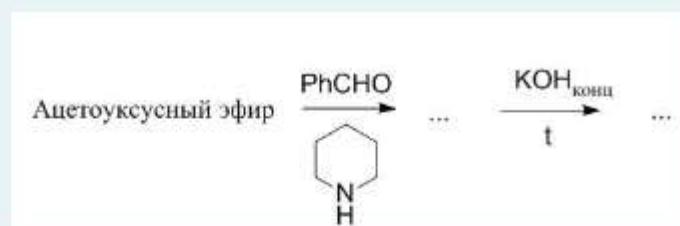
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. бензилиден ацетоуксусный эфир
- ☐ B. ацетат калия
- ☐ C. 3-фенилпроп-2-еноат калия
- ☐ D. бензил ацетоуксусный эфир

Вопрос 12

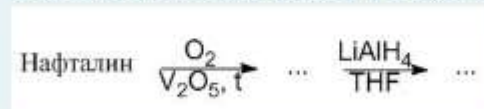
Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. этанол
- ☐ B. фталевая кислота
- ☐ C. 1,2-ди(гидроксиметил)бензол
- ☐ D. фталевый ангидрид

Вопрос 13

Пока нет ответа

Балл: 1,0

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Выберите **верные суждения** о механизме следующей реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который не может быть далее превращён в ацеталь, поскольку гидроксид-ион является "плохой" уходящей группой
- ☐ B. Скоростью лимитирующей стадией является присоединения метоксид-иона к карбонильной группе циклопентанона
- ☐ C. В данной реакции действием катализатора активирован атом углерода карбонильной группы
- ☐ D. В данной реакции действием катализатора активирован нуклеофил
- ☐ E. Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь затем легко даёт карбокатион, стабилизированный резонансом и к которому происходит присоединение второго моля спирта

Вопрос 14

Пока нет

ответа

Балл: 1,5

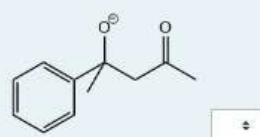
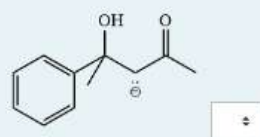
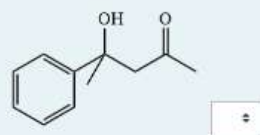
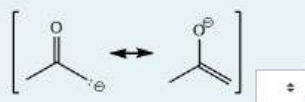
Отметить

вопрос

Редактировать

вопрос

Выберите правильную последовательность интермедиатов, следующих по порядку в механизме следующей реакции:



Вопрос 15

Пока нет

ответа

Балл: 1,5

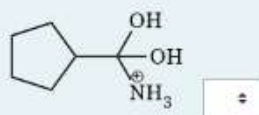
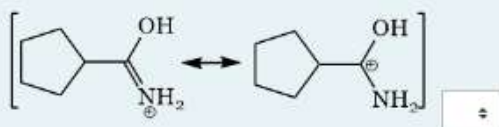
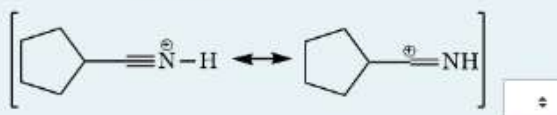
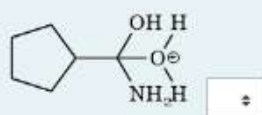
Отметить

вопрос

Редактировать

вопрос

Выберите правильную последовательность интермедиатов, следующих по порядку в механизме следующей реакции:



Вопрос: 18

Пока нет ответа

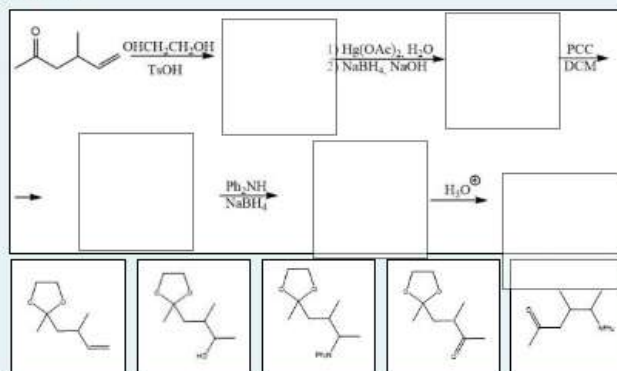
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Расположите соединения в правильно порядке



Вопрос: 19

Пока нет ответа

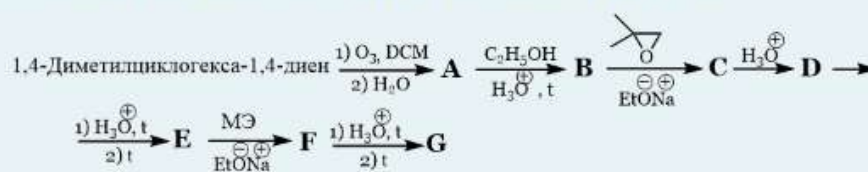
Балл: 2,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите соответствие между веществами A-G в цепочке превращений и их названиями:



E	Выберите...
A	Выберите...
G	Выберите...
D	Выберите...

Вопрос: 20

Пока нет ответа

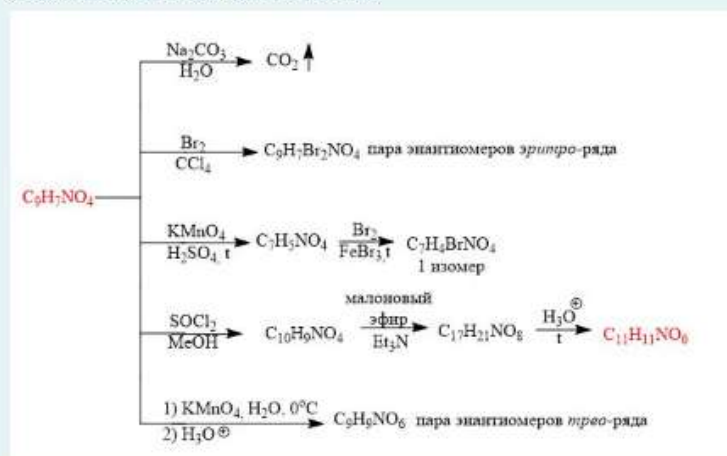
Балл: 2,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Определите выделенные красным соединения



Выберите один ответ:

- A. (Z)-3-(4-нитрофенил)проп-2-еновая кислота; 3-(4-нитрофенил)пентан-1,5-диовая кислота
- B. 2-(3-(метилнитро)фенил)уксусная кислота; 2-(3-(метилнитро)фенил)бутан-1,4-диовая кислота
- C. 2-(4-(метилнитро)фенил)уксусная кислота; 2-(4-(метилнитро)фенил)бутан-1,4-диовая кислота
- D. (E)-3-(3-нитрофенил)проп-2-еновая кислота; 3-(3-нитрофенил)пентан-1,5-диовая кислота

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов.

I. Напишите реакции, назовите полученные соединения (6 баллов). Приведите механизм реакции № 6, объясните влияние заместителя в бензольном кольце на скорость реакции (4 балла).

Вопрос 3

Пока нет ответа

Балл: 0,50

Отметить вопрос



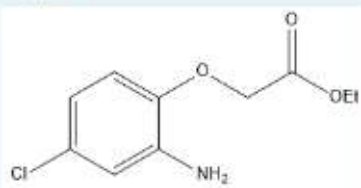
Редактировать вопрос

Укажите основной продукт приведенной реакции

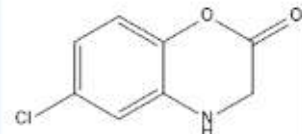


Выберите один ответ:

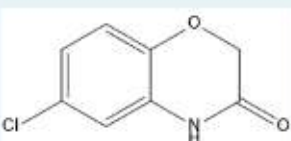
☐ A.



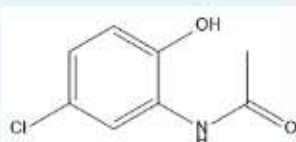
☐ B.



☐ C.



☐ D.



Вопрос 4

Нет ответа

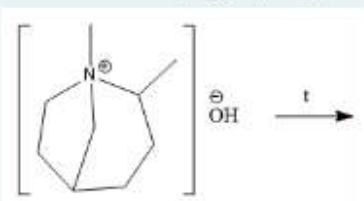
Балл: 0,50

Отметить вопрос



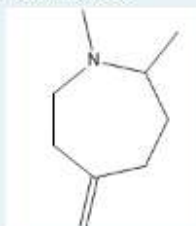
Редактировать вопрос

Укажите основной продукт приведенной реакции

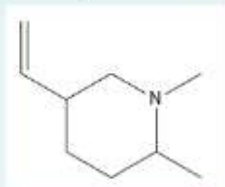


Выберите один ответ:

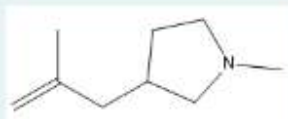
☐ A.



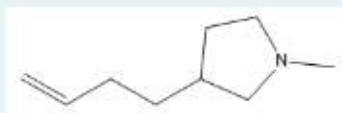
☐ B.



☐ C.



☐ D.



Вопрос 5

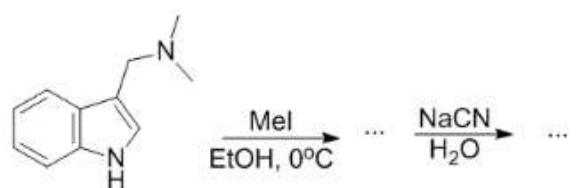
Нет ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

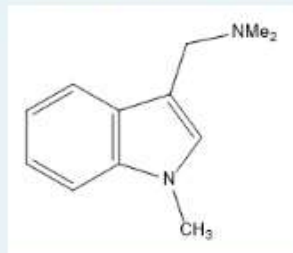
Редактировать
вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций

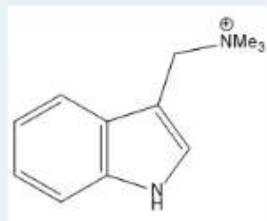


Выберите один или несколько ответов:

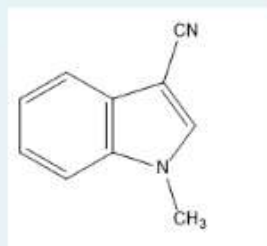
☐ A.



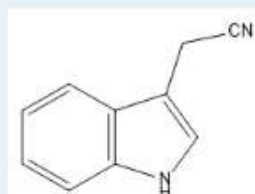
☐ B.



☐ C.



☐ D.



Вопрос 6

Нет ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. 2-метил-N-пропил-1-аминопропан
- ☐ B. N-изопропил-1-аминопропан
- ☐ C. 2-метил-2-(пропиламино)пропаналь
- ☐ D. N-пропилизобутирамид

Вопрос 7

Нет ответа

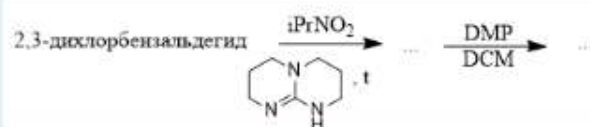
Балл: 1,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. 1-(3,4-дихлорфенил)-2-нитропроп-1-ен
- ☐ B. 2-нитро-1-(3,4-дихлорфенил)-2-метилпропан-1-ол
- ☐ C. 2-амино-1-(3,4-дихлорфенил)-2-метилпропан-1-ол
- ☐ D. 2-нитро-1-(3,4-дихлорфенил)-2-метилпропан-1-он

Вопрос 8

Нет ответа

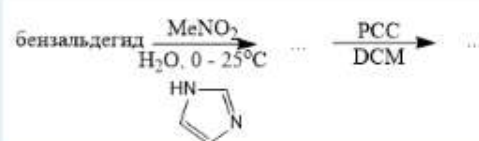
Балл: 1,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите все органические продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. 2-нитро-1-фенилэтан-1-ол
- ☐ B. 1-нитро-2-фенилэтан-1,2-диол
- ☐ C. 2-нитро-1-фенилэтан-1-он
- ☐ D. (2-аминовинил)бензол

Вопрос 9

Нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос



Ответ:

Вопрос 10

Нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Выберите **верные суждения** о механизме следующей реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. В ходе реакции происходит образование σ -комплекса, строение которого описывается набором резонансных структур, среди которых наиболее устойчивой является та, в которой положительный заряд попадает на атом углерода, связанный с электронодонорной метильной группой
- ☐ B. Азосочетание с участием фенола и его производных необходимо проводить в умеренно щелочной среде, поскольку при этом образуется ионизированная форма субстрата, ароматическая система которого становится ещё более активированной к замещению, по сравнению с нейтральной молекулой
- ☐ C. Азосочетание с участием фенола и его производных необходимо проводить в умеренно кислой среде, поскольку при этом субстрат должен находиться в форме нейтральной молекулы, а которой гидроксильная группа проявляет более сильные донорные свойства по сравнению с ионизированной формой
- ☐ D. Строение σ -комплекса, образующегося в ходе реакции может быть описано набором из четырёх резонансных структур
- ☐ E. В ходе реакции происходит образование σ -комплекса, строение которого описывается набором резонансных структур, среди которых наиболее устойчивой является та, в которой ЭД заместитель в ионизированной форме принимает участие в делокализации положительного заряда и является структурой хиноидного типа не несущей заряда

Вопрос 11

Нет ответа

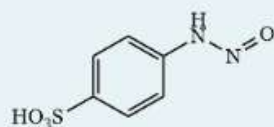
Балл: 2,00

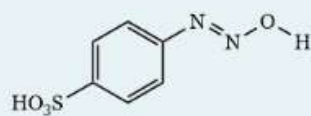
Отметить вопрос

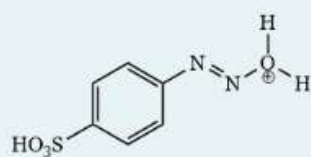


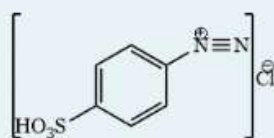
Редактировать вопрос

Выберите правильную последовательность интермедиатов, следующих по порядку в механизме следующей реакции:









Вопрос: 12

Нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Осуществить превращения:



наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

Выберите один ответ:

- ☐ A. 1) Бромированием исходного соединения бромом в присутствии бромида железа (III) при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
2) Нитрованием полученного на предыдущей стадии соединения нитрующей смесью при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
3) Восстановлением образовавшегося соединения железными стружками в присутствии соляной кислоты при нагревании с последующим подщелачиванием полученной соли
4) Диазотированием образовавшегося соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Действием на полученное соединение цианида меди (I) при умеренном нагревании
- ☐ B. 1) Нитрованием исходного соединения нитрующей смесью при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
2) Бромированием полученного на предыдущей стадии соединения бромом в присутствии бромида железа (III) при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
3) Восстановлением образовавшегося соединения железными стружками в присутствии соляной кислоты при нагревании с последующим подщелачиванием полученной соли
4) Диазотированием образовавшегося соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Действием на полученное соединение цианида калия при умеренном нагревании
- ☐ C. 1) Бромированием исходного соединения бромом в присутствии бромида железа (III) при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
2) Нитрованием полученного на предыдущей стадии соединения нитрующей смесью при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
3) Восстановлением образовавшегося соединения железными стружками в присутствии соляной кислоты при нагревании с последующим подщелачиванием полученной соли
4) Диазотированием образовавшегося соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Действием на полученное соединение цианида калия при умеренном нагревании
- ☐ D. 1) Бромированием исходного соединения бромом в присутствии бромида железа (III) при нагревании с последующим отделением *n*-изомера
2) Нитрованием полученного на предыдущей стадии *o*-изомера нитрующей смесью при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
3) Восстановлением образовавшегося соединения железными стружками в присутствии соляной кислоты при нагревании с последующим подщелачиванием полученной соли
4) Диазотированием образовавшегося соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Действием на полученное соединение цианида меди (I) при умеренном нагревании
- ☐ E. 1) Нитрованием исходного соединения нитрующей смесью при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
2) Бромированием полученного на предыдущей стадии соединения бромом в присутствии бромида железа (III) при нагревании с последующим отделением ненужного изомера
3) Восстановлением образовавшегося соединения железными стружками в присутствии соляной кислоты при нагревании с последующим подщелачиванием полученной соли
4) Диазотированием образовавшегося соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Действием на полученное соединение цианида меди (I) при умеренном нагревании

Вопрос: 13

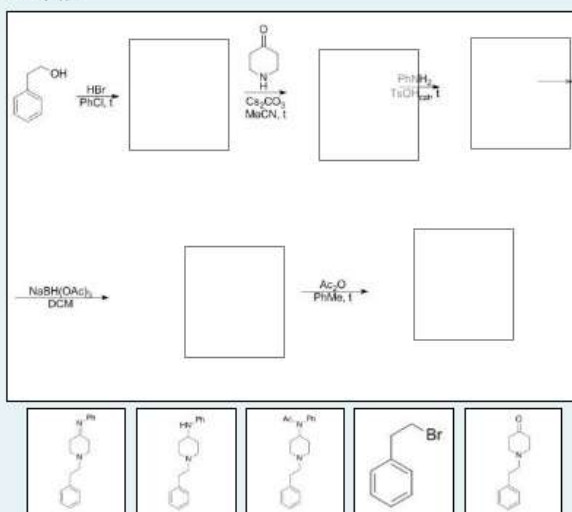
Нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос

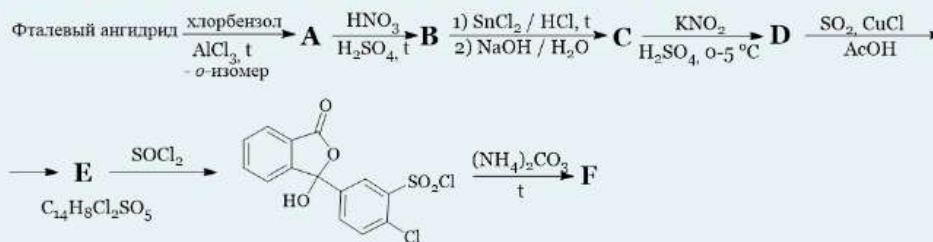
Редактировать вопрос

Расположите соединения в правильном порядке



Вопрос: **14**
 Нет ответа
 Балл: 2,00
 Отметить вопрос
 Редактировать вопрос

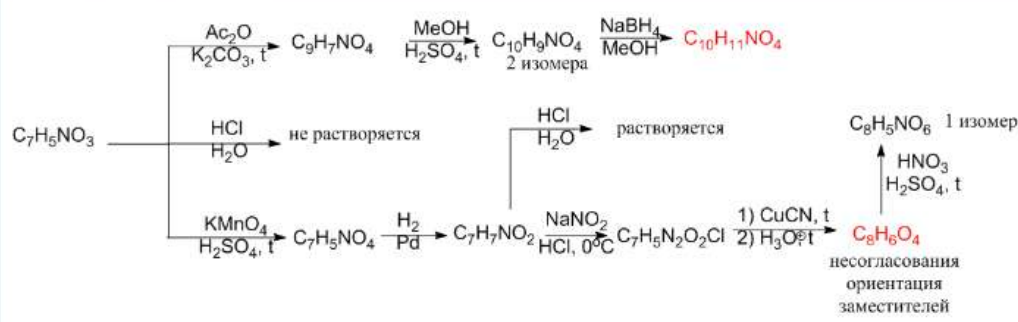
Установите соответствие между веществами А-Е (выборочно) в цепочке превращений и их названиями:



F Выберите...
 E Выберите...
 C Выберите...
 A Выберите...

Вопрос: **15**
 Нет ответа
 Балл: 2,00
 Отметить вопрос
 Редактировать вопрос

Определите выделенные соединения



Выберите один ответ:

- A. изофталевая кислота; этил-2-(4-нитрофенил)ацетат
 B. терефталевая кислота; метил 3-(4-нитрофенил)пропанат
 C. терефталевая кислота; метил 3-(2-нитрофенил)пропанат
 D. фталевая кислота; этил-2-(2-нитрофенил)ацетат

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – Зачёт с оценкой, 3 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* (2 семестр) – 40 баллов, за *экзамен* (3 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – *зачёт с оценкой*).

Зачётный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 8 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 7 баллов.

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.

Задание: закончите уравнения реакций, дайте названия полученным соединениям, для продуктов реакций, обозначенных * приведите стереохимический результат.

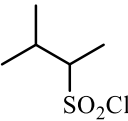
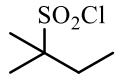
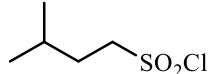
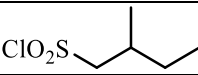
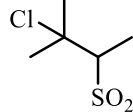
1. Пропан $\xrightarrow[h\nu]{\text{SO}_2, \text{Cl}_2}$
2. Изобутан $\xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2}$
- 3.* Бутан $\xrightarrow[h\nu]{\text{SO}_2, \text{Cl}_2}$
- 4.* Циклопентен $\xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2}$
5. 1,3-Дибромпропан $\xrightarrow[\text{спирт, } t^\circ\text{C}]{\text{Zn}}$
- 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

+	
	
	
	
	

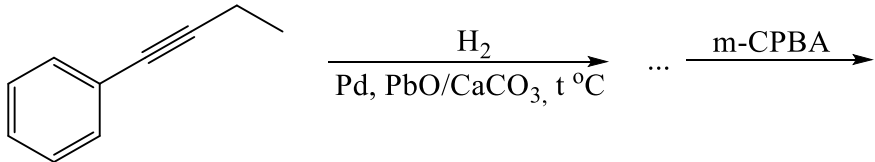
3. При монобромировании 2,5-диметилгексана преимущественно образуется

+	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

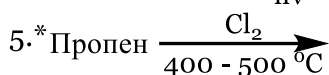
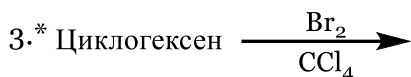
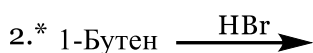
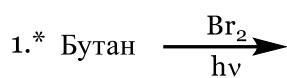
6. Укажите основные продукты реакций

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.

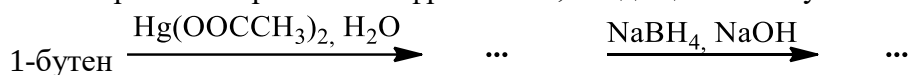
Задание:

- 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.



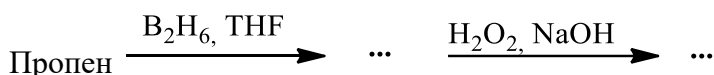
Тестовый формат:

1. Выберите все правильные фрагменты, входящие в схему механизма реакции:

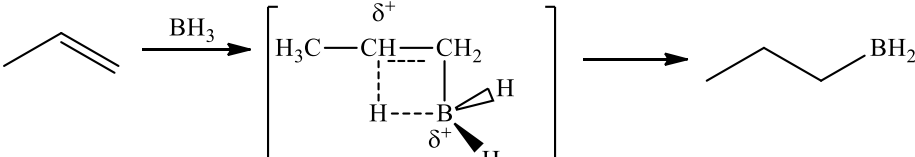
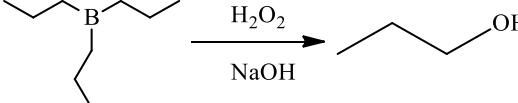
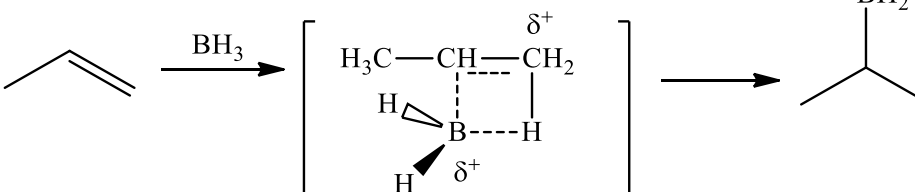
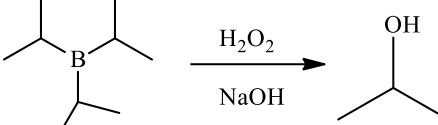
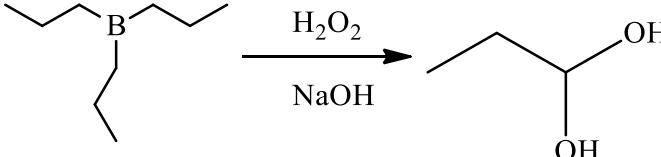
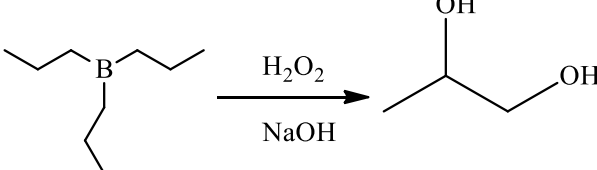
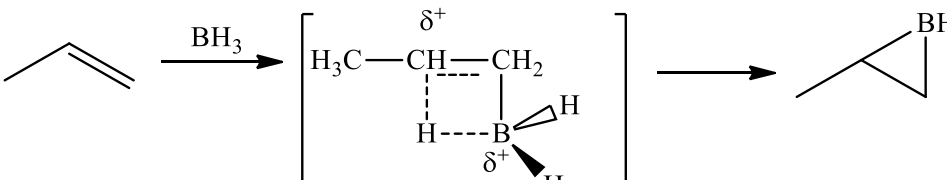


Номер ответа	Ответ
+	
+	

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 (этоксibenзол)	$\xrightarrow[t^0]{\text{H}_2\text{SO}_4}$

+	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:

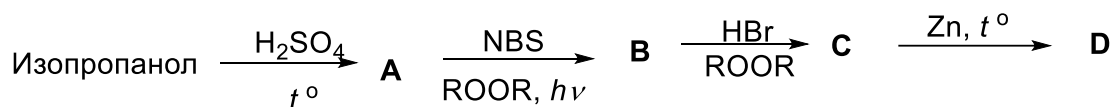
Циклогексан $\rightarrow$ 6-оксооктановая кислота

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

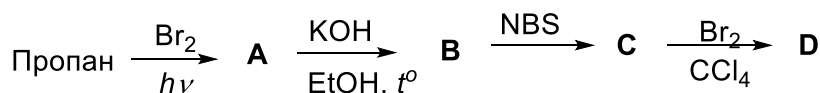
	3) Взаимодействием, полученного продукта, с бромом на свету 4) Взаимодействием, полученного продукта, с гидроксидом калия в спиртовом растворе при нагревании 5) Окислением перманганатом калия в кислой среде при нагревании
	1) Хлорированием на свету циклогексана 2) Присоединением диэтилкупрата лития 3) 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, соотнесите буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



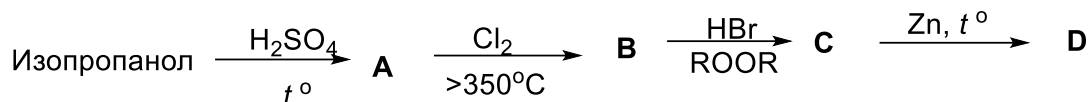
A	пропен
B	3-бромпроп-1-ен
C	1,3-дибромпропан
D	циклопропан
	пропан-2-сульфо кислота
	1-бром-1-пропен
	1,2-дибромпропан
	пропин

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

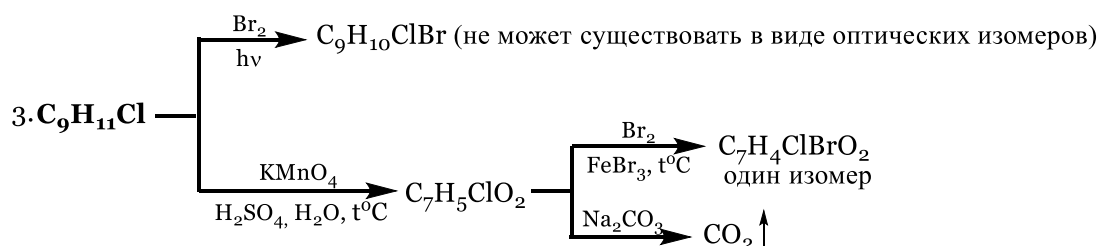
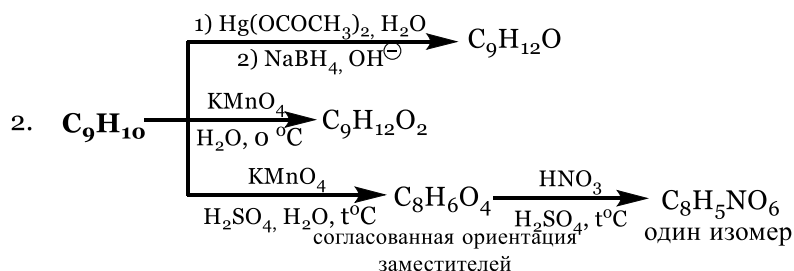
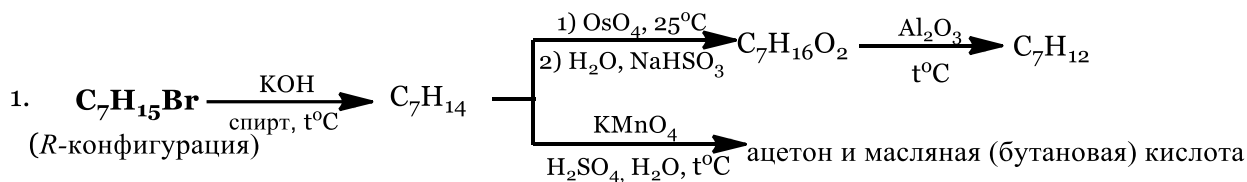
3. Заполните схему синтеза, соотнеся буквенное обозначение продукта реакции с его названием.



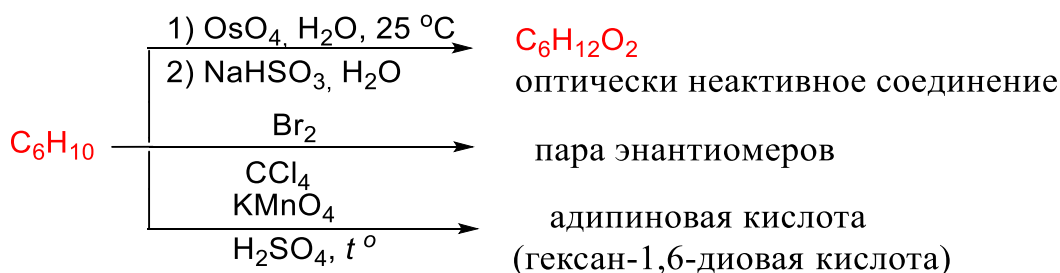
A	пропен
B	3-хлорпроп-1-ен
C	1-бром-3-хлорпропан
D	циклопропан
	пропан-2-сульфо кислота
	1-бром-1-пропен
	1-хлор-1-пропен
	пропин

Вопрос №4.

Задание: установите строение соединения, напишите указанные реакции.

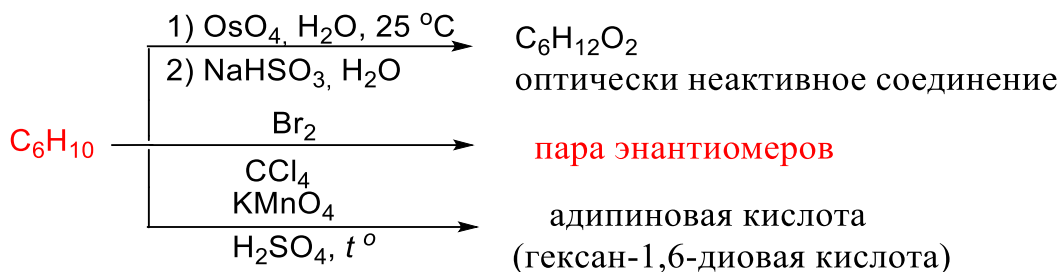


Тестовый формат:



+	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

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 4-6 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 8 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 7 баллов.

Билет тестового формата:

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.

Задание: закончите уравнения реакций, дайте названия полученным соединениям, для продуктов реакций, обозначенных * приведите стереохимический результат.

1. Этилмагниййодид $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{COOH}}$
 2. Метилмагниййодид $\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$
 3. Этилмагнийбромид $\xrightarrow{\text{ацетон}} \dots \xrightarrow[\text{HCl}]{\text{H}_2\text{O}}$
 4. Фенилмагнийбромид $\xrightarrow{\text{этаналь}} \dots \xrightarrow[\text{HCl}]{\text{H}_2\text{O}}$
 5. Бутиллитий $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}}$

Тестовый формат:

- 1) 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) 2-хлор-*N,N*-диэтилпропан-1-амин $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O/ацетон}]{\text{NaOH}}$

+	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) 3-(диэтиламино)фенол $\xrightarrow[\text{Py}]{\text{BzCl}} \dots \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{AlCl}_3}$

+	(4-(диэтиламино)-2-гидроксифенил)фенилкетон
+	3-(диэтиламино)фенил бензоат
	(2-(диэтиламино)-4-гидроксифенил)фенилкетон
	(4-(диэтиламино)-2-гидроксифенил)бензилкетон
	3-(диэтиламино)бензил бензоат

- 4) (2*S*,3*R*)-2-бром-3-метилпентан $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \dots \xrightarrow[2) \text{NaN}_3, \text{DMSO}]{1) \text{MsCl}, \text{Py}}$

+	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-3-метилпентан-2-ол
+	(2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>)-2-азидо-3-метилпентан
	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-2-азидо-3-метилпентан
	(2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>)-3-метилпентан-2-ол
	(2 <i>R</i> ,3 <i>S</i>)-3-метилпентан-2-ол

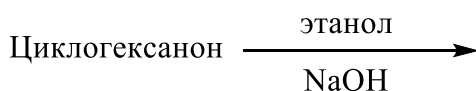
Вопрос №2.

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 $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{NaOH, H}_2\text{O}}$
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 $\xrightarrow[\text{пиридин, } t^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$

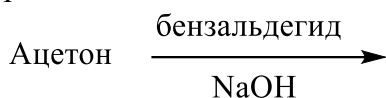
Тестовый формат:

1. Выберите **все верные** утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.



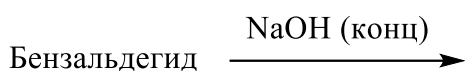
Номер ответа	ответ
+	В данной реакции действием катализатора активирован нуклеофил
+	Результатом присоединения одного моля спирта является полуацеталь, который не может быть далее превращён в ацеталь, поскольку гидроксид-ион является «плохой» уходящей группой
+	Скоростьлимитирующей стадией является присоединение 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.



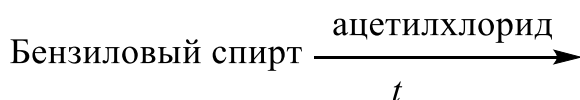
Номер ответа	ответ
+	Это механизм альдольно-кетоновой конденсации
+	Роль гидроксида в отщеплении протона от метиленовой группы
+	Продукт реакции дибензальацетон
	Продукт реакции 2-фенилпропан-2-ол
	Роль гидроксида в присоединении гидроксигруппы к кето-группе
	Это механизм Кляйзена
	Это механизм образования ацеталей и кеталей

3. Выберите **все верные** утверждения, характеризующие механизм предложенной реакции.

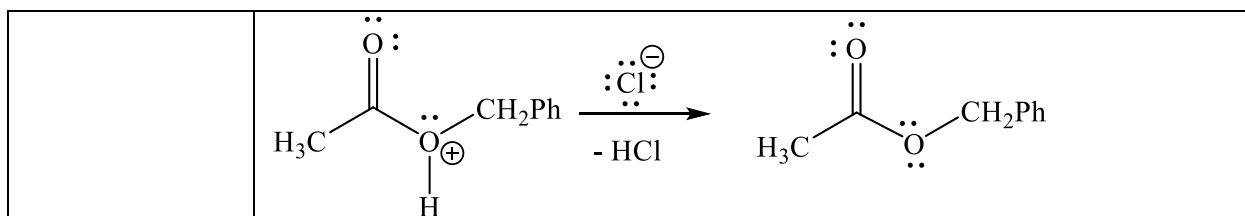


Номер ответа	ответ
+	Роль щёлочи в присоединении гидроксид-иона к карбонильной группе
+	Стадия диспропорционирования – это передача гидрид-иона ко второй молекуле бензальдегида и его присоединение к карбонильной группе
+	Продукты реакции натриевая соль бензойной кислоты и бензиловый спирт
	Продукты реакции бензойная кислота и фенолметанол
	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 Канницаро.

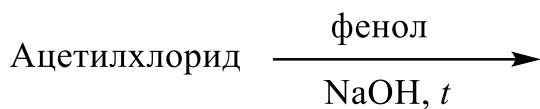
1. Укажите все правильные фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



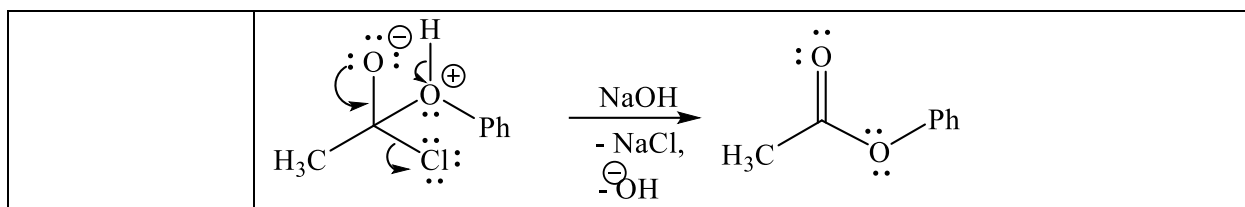
Номер ответа	Ответ
+	
+	



2. Укажите все правильные фрагменты и продукты, из которых составляется схема механизма представленной реакции:



Номер ответа	Ответ
+	$\left[\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\ddot{\text{Cl}}: \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}^-}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}^-}{\parallel}=\overset{\text{Cl}^+}{\text{C}} \right] + \text{Ph}-\ddot{\text{O}}^- \longrightarrow$
+	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\overset{\text{O}^-}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{Ph} \xrightarrow[\text{- NaCl, } ^-\text{OH}]{\text{NaOH}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\ddot{\text{O}}-\text{Ph}$
+	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5-\ddot{\text{O}}^- + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \left[\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}=\overset{\text{O}^+}{\text{C}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}^+}{\equiv}\text{C} \right] + \text{:Cl}^-$
	$\left[\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}=\overset{\text{O}^+}{\text{C}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}^+}{\equiv}\text{C} \right] + \text{Ph}-\ddot{\text{O}}^- \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\ddot{\text{O}}-\text{Ph}$
	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\overset{\text{O}^+}{\underset{\text{H}}{\text{O}}}-\text{Ph} \xrightarrow[\text{- NaCl, } ^-\text{H}_2\text{O}]{\text{:Cl}^-, \text{NaOH}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\ddot{\text{O}}-\text{Ph}$
	$\left[\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\ddot{\text{Cl}}: \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}^-}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} \longleftrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}^-}{\parallel}=\overset{\text{Cl}^+}{\text{C}} \right] + \text{Ph}-\ddot{\text{O}}\text{H} \longrightarrow$



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:

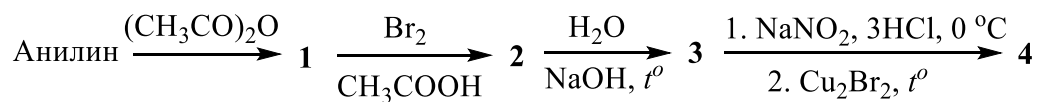
1. Укажите правильную последовательность стадий, позволяющую осуществить указанное превращение наиболее рациональным способом (с минимальным кол-вом побочных продуктов и с минимальным числом стадий): 2-фенилаэтил хлорид $\rightarrow$ N-бензилпропан-1-амин

	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 $\text{LiAlH}(\text{t-BuO})_3$ 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

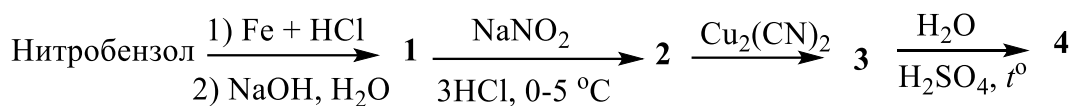
	Варианты ответов
+	1) окисление исходного перманганатом калия в кислой среде 2) взаимодействие полученного с пентахлоридом фосфора 3) взаимодействие полученного с избытком аммиака 4) взаимодействие полученного с бромом в присутствии 4-х эквивалентов гидроксида натрия
	1) окисление, полученного на предыдущей 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.



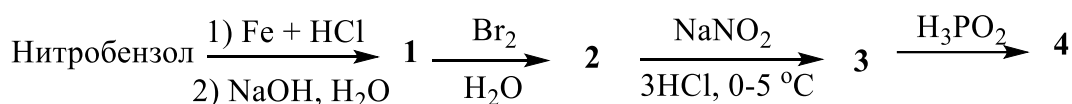
Номер вещества	Структура вещества
1	Ацетанилид
2	4-Бромацетанилид
3	4-Броманилин
4	1,4-Дибромбензол
	3-Бромацетанилид
	3-Гидроксиацетанилид
	Фенол

2.



Номер вещества	Структура вещества
1	Анилин
2	Бензолдiazоний хлорид
3	Бензонитрил
4	Бензойная кислота
	Бензиламин
	Толуол
	Азобензол

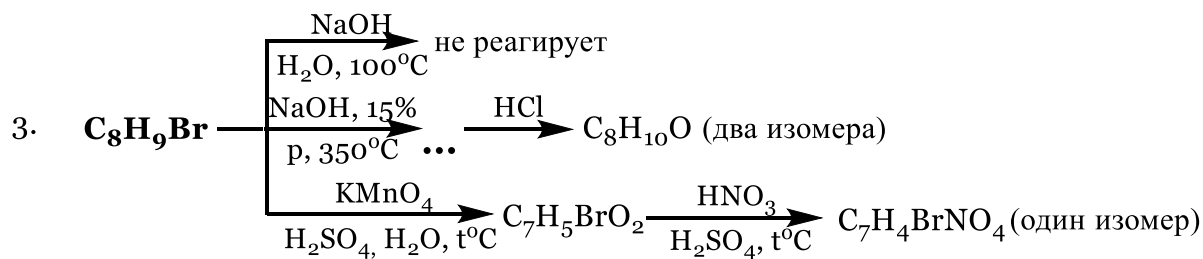
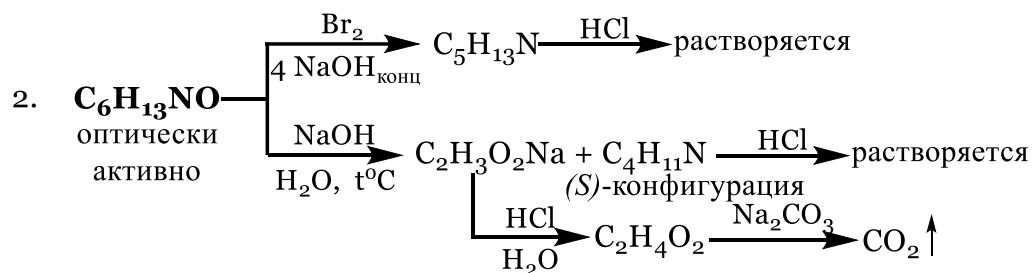
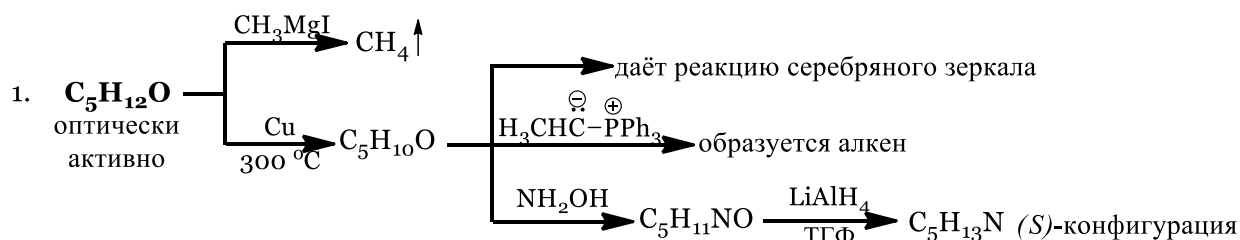
3

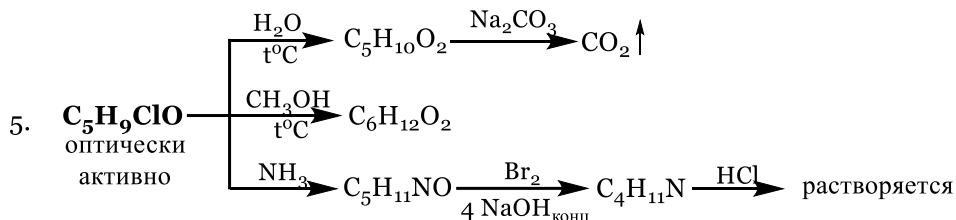
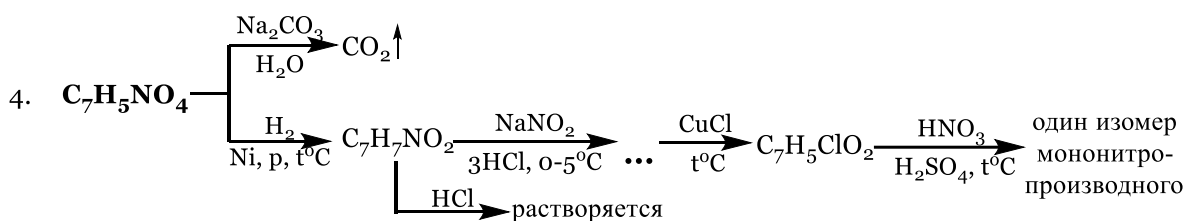


Номер вещества	Структура вещества
1	Анилин
2	2,4,6-Триброманилин
3	2,4,6-Трибромбензолдiazоний хлорид
4	1,3,5-Трибромбензол
	Анилин гидрохлорид
	4-Броманилин
	4-Бромбензолдiazоний хлорид

Вопрос №4.

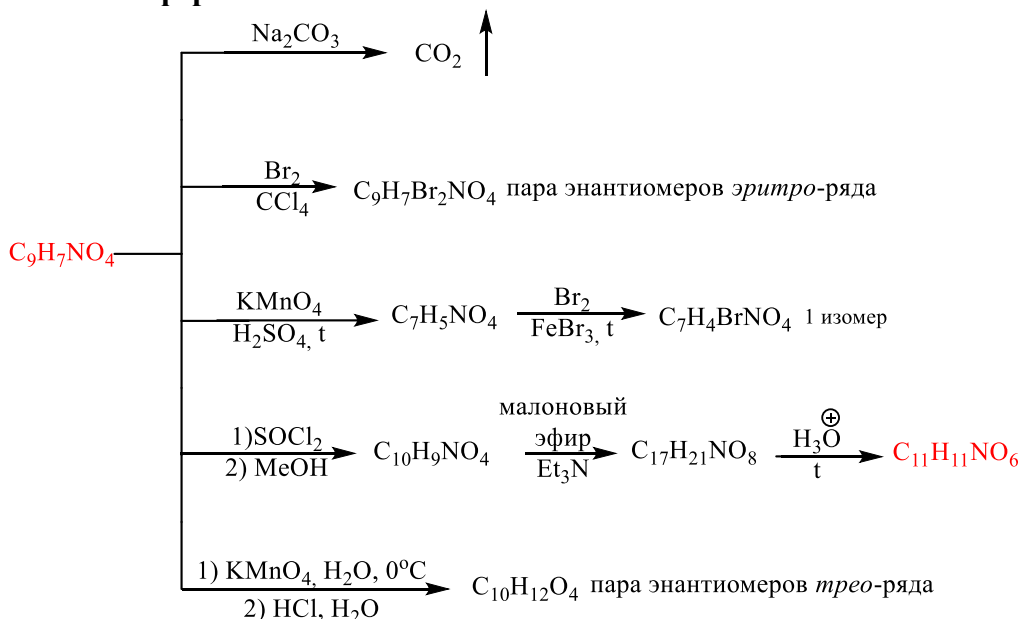
Задание: установите строение соединения, напишите указанные реакции.





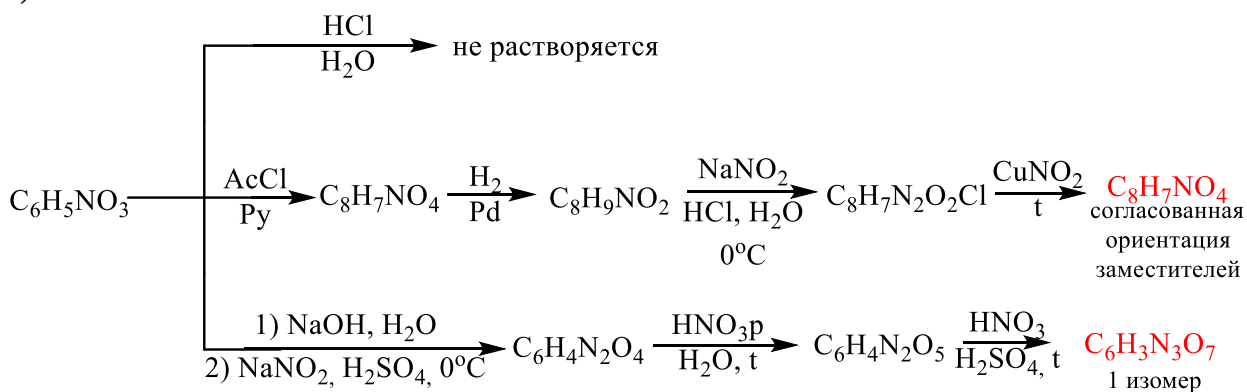
Все продукты реакций имеют (R)-конфигурацию

Тестовый формат:



+	(E)-3-(3-нитрофенил)проп-2-еновая кислота; диовая кислота	3-(3-нитрофенил)пента-1,5- диовая кислота
	(Z)-3-(4-нитрофенил)проп-2-еновая кислота; диовая кислота	3-(4-нитрофенил)пента-1,5- диовая кислота
	2-(3-(метилнитро)фенил)уксусная кислота; 1,4-диовая кислота	2-(3-(метилнитро)фенил)бутан- 1,4-диовая кислота
	2-(4-(метилнитро)фенил)уксусная кислота; 1,4-диовая кислота	2-(4-(метилнитро)фенил)бутан- 1,4-диовая кислота

2)



+	4-нитрофенилацетат;	2,4,6-тринитрофенол
	2,4,6-тринитрозофенол	4-гидроксиацетанилид
	2-гидроксиацетанилид	2-нитрозо-4,6-динитрофенол
	3-нитрофенилацетат	2,5,6-тринитрофенол

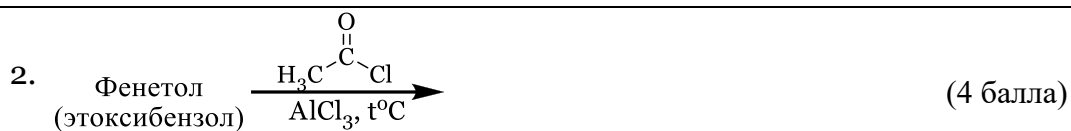
Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (2 семестр) и экзамена (3 семестр) .

Зачёт с оценкой по дисциплине «**Органическая химия**» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёта с оценкой** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачёта с оценкой**:

«Утверждаю» Зав.кафедрой органической химии (Должность, наименование кафедры) _____ А.Е. Щекотихин (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра органической химии 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов Профиль – «Технология основного органического и нефтехимического синтеза» 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 $\xrightarrow{\text{HBr (1 моль)}}$ (2-метил-1,3-бутадиен) 8. 3-Метил-1-пентен $\xrightarrow[\text{ROOR, } t^\circ\text{C}]{\text{HBr}}$ 9. Нитроэтилен $\xrightarrow{\text{HBr}}$ 10. <i>л</i>-Метокситолуол $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}]{\text{HNO}_3}$ 11. (<i>Z</i>)-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. Этоксипропан $\xrightarrow{\text{HBr}}$ (3 балла) Укажите стереохимический результат реакции и конфигурацию стереоизомеров по R,S-номенклатуре. (1 балл)

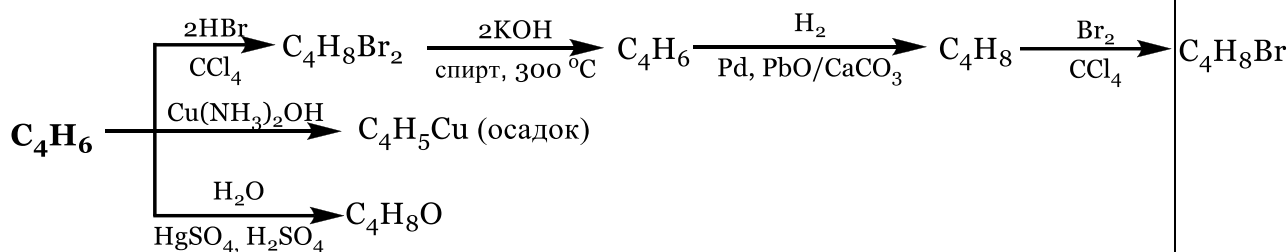


В терминах теории резонанса объясните направление реакции.

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 C_4H_8 .

Оценка заданий:

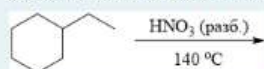
№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	10	5	10	10	5	40

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

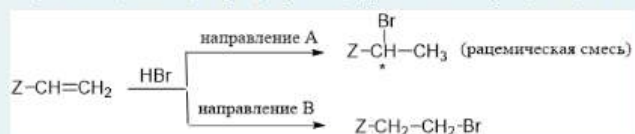
Укажите основной продукт реакции



- ☐ 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...

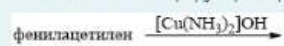
Вопрос 3

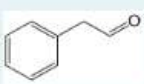
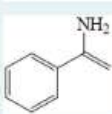
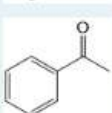
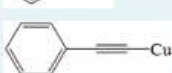
Пока нет
ответа

Балл: 1,0

🚩 Отметить
вопрос⚙
Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. 
- ☐ b. 
- ☐ c. 
- ☐ d. 

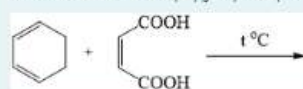
Вопрос 4

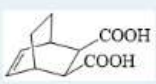
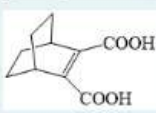
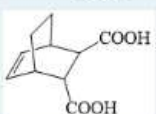
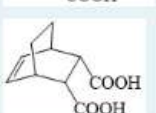
Пока нет
ответа

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**

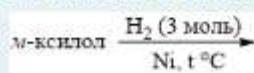
Пока нет
ответа

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

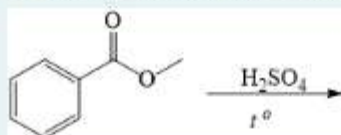
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. метил 3-сульфобензоат
- ☐ b. метил 2,4-дисульфобензоат
- ☐ c. метил 4-сульфобензоат
- ☐ d. метил 2-сульфобензоат

Вопрос 9

Пока нет ответа

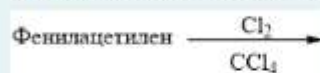
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



- ☐ a. 1,2-дихлор-1-фенилэтилен
- ☐ b. (орто-бромфенил)ацетилен
- ☐ c. (мета-бромфенил)ацетилен
- ☐ d. (пара-бромфенил)ацетилен

Вопрос 10

Пока нет ответа

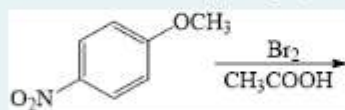
Балл: 1,0

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной(преимущественный) продукт реакции (анизол-это метоксибензол)



- ☐ a. 2-бром-4-нитроанизол
- ☐ b. 2,4-дибром-6-нитроанизол
- ☐ c. 3-бром-4-нитроанизол
- ☐ d. 2-бром-5-нитроанизол

Вопрос 11

Пока нет ответа

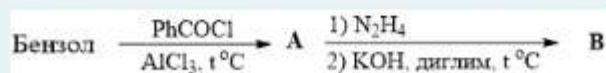
Балл: 1,5

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



B	Выберите...
A	Выберите...

Вопрос 12

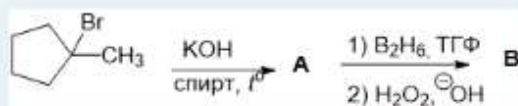
Пока нет ответа

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

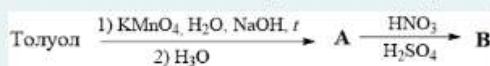
Балл: 1,5

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Оставшееся время 1:25:3

Установите соответствие между основными продуктами реакций и их названиями



B Выберите...

A Выберите...

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

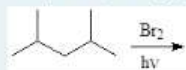
Пока нет ответа

Балл: 1,5

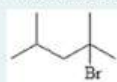
Отметить вопрос

Редактировать вопрос

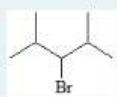
Выберите верные суждения о механизме следующей реакции:



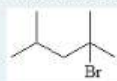
- ☐ a. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



- ☐ b. Механизм реакции S_N цепной с образованием преимущественно



- ☐ c. Механизм реакции S_N не цепной с образованием преимущественно



- ☐ d. Механизм реакции S_N цепной с образованием радикала Br

- ☐ e. Механизм реакции S_N цепной с преимущественным образованием наиболее стабильного углеводородного радикала

- ☐ f. При гомолитическом разрыве связи углерод-водород образуются углеводородный радикал и водород-радикал

Вопрос 16

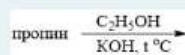
Пока нет
ответа

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

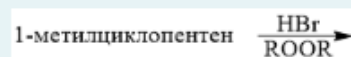
Пока нет
ответа

Балл: 1,5

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Выберите верные утверждения о механизме реакции:



- ☐ a. Водород отщепляется от алильного 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

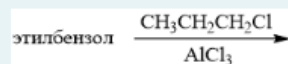
Пока нет
ответа

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
вопросРедактировать
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 → 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**

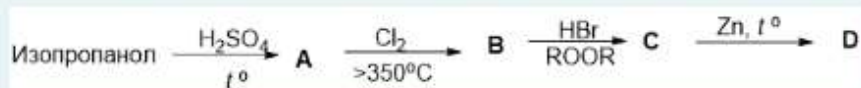
Пока нет
ответа

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**

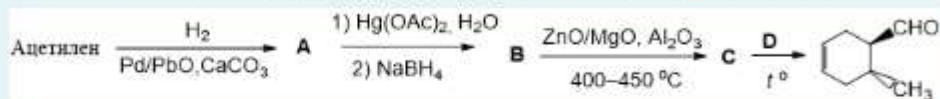
Пока нет
ответа

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**

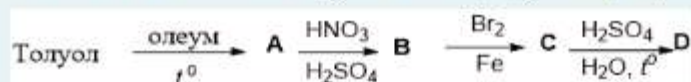
Пока нет
ответа

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**

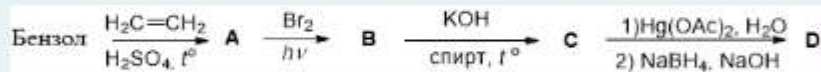
Пока нет
ответа

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**

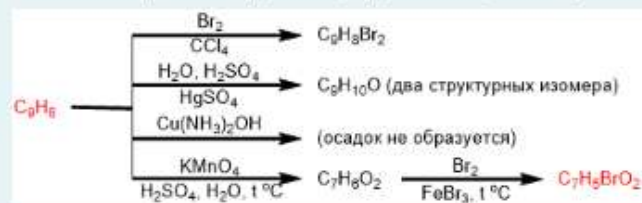
Пока нет
ответа

Балл: 2,5

Отметить
вопрос

Редактировать
вопрос

Установите строение соединений, выделенных красным цветом и установите соответствие с названием



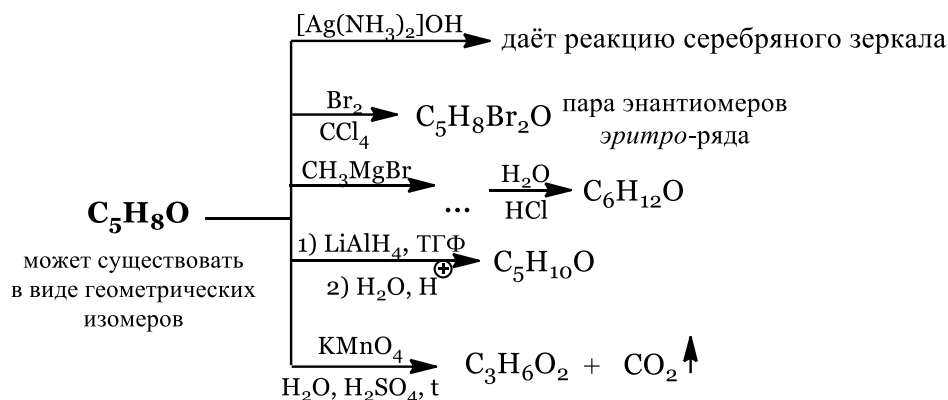
- C₉H₈ Выберите...
- C₇H₅BrO₂ Выберите...

Экзамен по дисциплине «*Органическая химия*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

«<i>Утверждаю</i>» Зав.кафедрой <u>органической химии</u> (Должность, наименование кафедры) _____ <u>А.Е. Щекотихин</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра органической химии
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Профиль – «Технология основного органического и нефтехимического синтеза»
Органическая химия	
Билет № 0	
I. Напишите уравнения реакций, назовите полученные соединения (14 баллов). Для реакций 1 и 8 укажите стереохимический результат:	
1. (<i>R</i>)-2-Бромпропановая кислота $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}, t^\circ\text{C}]{\text{Na}_2\text{CO}_3}$... $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}}$ 3-Хлор-1-бутен $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$...	
2. Малоновый эфир $\xrightarrow[\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}]{\text{MVK}}$... $\xrightarrow[2) t^\circ\text{C}]{1) \text{H}_2\text{O}, \text{H}^+}$ 9. Бензальдегид $\xrightarrow[\text{CH}_3\text{COONa}, t^\circ\text{C}]{(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}}$...	
3. 2,2-Диметилоксиран $\xrightarrow[\text{H}^\bullet]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$... 10. <i>n</i>-Крезол $\xrightarrow[2) (\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2]{1) \text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}}$...	
4. Аллиловый спирт $\xrightarrow[\text{DCM}]{\text{PCC}}$... $\xrightarrow{\text{NaHSO}_3}$... 11. Фенилметилвый эфир $\xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{HI}}$...	
5. Бензальдегид $\xrightarrow[\text{NaOH}_{\text{конц}}, \text{H}_2\text{O}, t^\circ\text{C}]{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}}$... $\xrightarrow[2) \text{H}_2\text{O}, \text{H}^+]{1) \text{BuLi}, \text{ТГФ}}$ 12. <i>o</i>-Толилнитрометан $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$...	
6. Ацетанилид $\xrightarrow[\text{AcOH}]{\text{Br}_2}$... $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}, t^\circ\text{C}]{\text{NaOH}}$... 13. <i>N</i>-Бутилацетамид $\xrightarrow[2) \text{H}_2\text{O}, \text{H}^+]{1) \text{LiAlH}_4, \text{ТГФ}}$...	
7. 2-Аминобутановая кислота $\xrightarrow[\text{HCl}_{(\text{газ})}, t^\circ\text{C}]{\text{CH}_3\text{OH}}$... 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. (<i>S</i>)-2-Пентанол $\xrightarrow[\text{пиридин}, t^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$ (3 балла) Укажите стереохимический результат реакции и конфигурацию стереоизомеров по R,S-номенклатуре. (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 АУЭ и 1,4-дибромбутан $\longrightarrow$ метилциклопентилкетон (5 баллов)	
2 Бензол $\longrightarrow$ <i>m</i>-фторфенол (5 баллов)	
3 Бензол и уксусный ангидрид $\longrightarrow$ ацетилсалициловая кислота (аспирин) (5 баллов)	

IV. Установите строение соединения (2 балла). Напишите все указанные реакции (4 балла):



Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	15	8	10	7	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 (46).

Вопрос 1

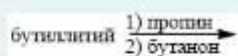
Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. 3-метилгептан-3-ол
- ☐ B. 3-метилгекс-4-ин-3-ол
- ☐ C. 3-метилгекс-4-ен-2-ол
- ☐ D. Литиевая соль 3-метилгекс-4-ин-3-ола
- ☐ E. Литиевая соль 3-метилгептан-3-ола

Вопрос 2

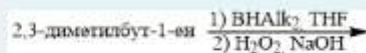
Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. 2,3-диметилбут-2-ен
- ☐ B. 2,3-диметилбутан-2-ол
- ☐ C. 2,3-диметилбутан-1-ол
- ☐ D. 3,3-диметилбутан-2-он
- ☐ E. 2,3-диметилбутаналь

Вопрос 3

Пока нет ответа

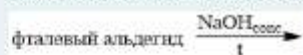
Балл: 1,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. 2-(гидроксиметил)бензоат натрия
- ☐ B. 1,2-(ди(гидроксиметил))бензол
- ☐ C. Фталевый ангидрид
- ☐ D. Фталат натрия
- ☐ E. 2-(гидроксиметил)бензойная кислота

Вопрос 4

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. 2-амино-3-фенилпропановая кислота
- ☐ B. Гидрохлорид 2-амино-3-фенилацетонитрила
- ☐ C. Гидрохлорид 2-амино-3-фенилпропановой кислоты
- ☐ D. 2-амино-3-фенилпропионитрил
- ☐ E. 2-амино-3-фенилацетонитрил

Оставшееся время 1:28:51

Вопрос 5

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. 3-фенилпентановая кислота
- ☐ B. Диэтил 3-фенилпент-2-ендиоат
- ☐ C. Диэтил 2-бензилиденсукцинат
- ☐ D. Триэтил 2-фенилпропан-1,1,3-трикарбоксилат
- ☐ E. 2-бензилиден янтарная кислота

Вопрос 6

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A.
- ☐ B.
- ☐ C.
- ☐ D.
- ☐ E.

Вопрос: **7**

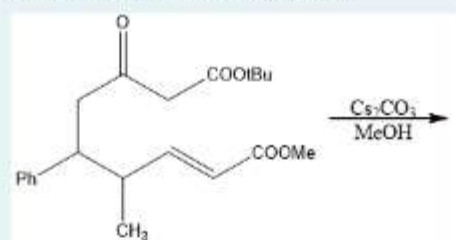
Пока нет
ответа

Балл: 1,00

Отметить
вопрос

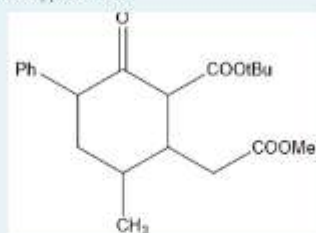
Редактировать
вопрос

Укажите основной продукт реакции

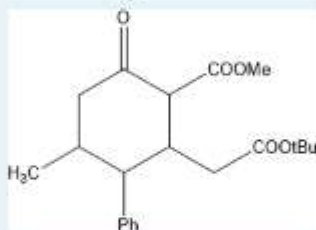


Выберите один ответ:

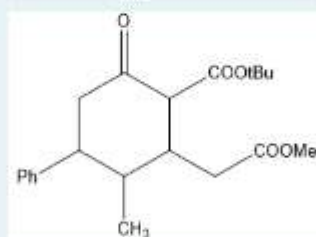
☐ A.



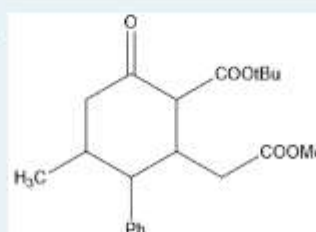
☐ B.



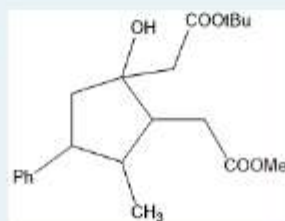
☐ C.



☐ D.



☐ E.



Вопрос 8

Пока нет ответа

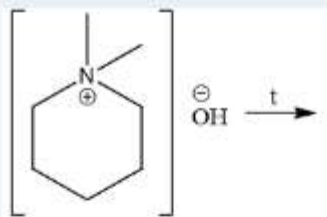
Балл: 1,00

🚩 Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите основной продукт реакции



Выберите один ответ:

- ☐ A. *N,N*-диметилпент-1-ен-3-амин
- ☐ B. *N,N*-диметилпентан-1-амин
- ☐ C. *N,N*-диметилпент-1-ен-1-амин
- ☐ D. Пент-1-ен
- ☐ E. *N,N*-диметилпент-4-ен-1-амин

Вопрос 9

Пока нет ответа

Балл: 1,50

🚩 Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. (2*S*,3*R*)-2-азидо-3-метилпентан
- ☐ B. (2*S*,3*R*)-3-метилпентан-2-ол
- ☐ C. (2*R*,3*R*)-2-азидо-3-метилпентан
- ☐ D. (2*R*,3*S*)-3-метилпентан-2-ол
- ☐ E. (2*R*,3*R*)-3-метилпентан-2-ол

Вопрос 10

Пока нет ответа

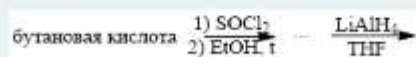
Балл: 1,50

🚩 Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. Бутан-1-ол
- ☐ B. Хлорангидрид бутановой кислоты
- ☐ C. Этил бутаноат
- ☐ D. Бутаналь
- ☐ E. Этанол

Вопрос 11

Пока нет ответа

Балл: 1,50

🚩 Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. 4-гидрокси-4-фенилбутан-2-он
- ☐ B. 4-гидрокси-3-фенилбутан-2-он
- ☐ C. 4-фенилбут-3-еналь
- ☐ D. 4-фенилбут-3-ен-2-он
- ☐ E. 3-фенилбут-3-еналь

Вопрос 12

Пока нет ответа

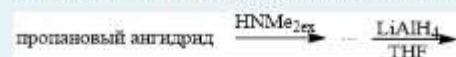
Балл: 1,50

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Укажите продукты промежуточной и конечной реакций



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. Этиламин
- ☐ B. Диметилпропиламин
- ☐ C. *N,N*-диметиламидацетамид
- ☐ D. *N,N*-диметиламид пропановой кислоты
- ☐ E. Метилпропиламин

Вопрос 13

Пока нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Установите соответствие между реакцией и предполагаемым механизмом ее протекания

<i>N,N</i> -диметиламин $\xrightarrow[\text{HCl, H}_2\text{O, 0}^\circ\text{C}]{\text{NaNO}_2}$	Выберите...
гидроксид триметилпропиламония $\xrightarrow{\text{I}}$	Выберите...
4-бромбензилбромид $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$	Выберите...
бензилфениловый эфир $\xrightarrow[\text{t}]{\text{HI}}$	Выберите...
4-нитрофенилдиазония хлорид $\xrightarrow[\text{t}]{\text{KI}}$	Выберите...

Вопрос 14

Пока нет ответа

Балл: 3,00

Отметить вопрос



Редактировать вопрос

Выберите **верные суждения** о механизме следующей реакции:



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ A. На первой стадии механизма реакции происходит протонирование атома более гидрогенизированного атома углерода двойной углерод-углеродной связи
- ☐ B. На первой стадии механизма данной реакции происходит протонирование атома кислорода карбонильной группы
- ☐ C. Присутствие в молекуле бут-2-енала электроакцепторной формильной группы затрудняет протекание реакции электрофильного присоединения по сравнению с бут-2-еном
- ☐ D. На второй стадии механизма реакции в результате атаки нуклеофильным бромид-ионом карбокатиона, не являющимся резонансно-стабилизированным, образуется продукт реакции
- ☐ E. На второй стадии механизма реакции в результате атаки нуклеофильным бромид-ионом резонансно-стабилизированного карбокатиона образуется енол

Вопрос 15

Пока нет ответа

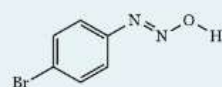
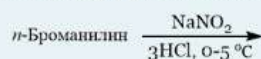
Балл: 4,00

Отметить вопрос

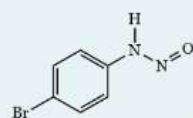


Редактировать вопрос

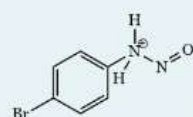
Определите правильную последовательность представленных интермедиатов, которые могут быть написаны в механизме следующей реакции, принимая во внимание, что в приведённом наборе указаны **не все** возможные промежуточные частицы:



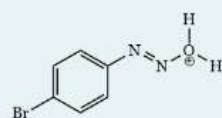
Выберите...



Выберите...



Выберите...



Выберите...

Вопрос: 16

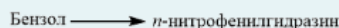
Пока нет ответа

Балл: 3,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Осуществить превращение:



наиболее рациональным способом (с минимальным количеством побочных продуктов) можно последовательным действием на исходное соединение следующих реагентов:

Выберите один ответ:

- ☐ A. 1) Нитрованием нитрующей смесью при нагревании исходного соединения с последующим восстановлением на никеле Ренея водородом при нагревании
2) Ацилированием полученного на предыдущей стадии соединения уксусным ангидридом при умеренном нагревании
3) Нитрованием нитрующей смесью при небольшом нагревании в уксусной кислоте образовавшегося на предыдущей стадии соединения с последующим гидролизом в присутствии минеральной кислоты при нагревании и подщелачиванием образующейся соли с образованием продукта реакции в виде осадка
4) Динитрованием образовавшегося на предыдущей стадии соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Обработкой соли диазония хлоридом олова (II) в избытке соляной кислоты при нагревании с последующим подщелачиванием образовавшегося соединения
- ☐ B. 1) Нитрованием нитрующей смесью при нагревании исходного соединения с последующим восстановлением на никеле Ренея водородом при нагревании
2) Ацилированием полученного на предыдущей стадии соединения уксусным ангидридом при умеренном нагревании
3) Нитрованием нитрующей смесью при небольшом нагревании в уксусной кислоте образовавшегося на предыдущей стадии соединения с последующим гидролизом в присутствии минеральной кислоты при нагревании и подщелачиванием образующейся соли с образованием продукта реакции в виде осадка
4) Динитрованием образовавшегося на предыдущей стадии соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Обработкой соли диазония хлоридом олова (II) в избытке соляной кислоты при охлаждении с последующим подщелачиванием образовавшегося соединения
- ☐ C. 1) Нитрованием нитрующей смесью при нагревании исходного соединения с последующим восстановлением на никеле Ренея водородом при нагревании
2) Нитрованием нитрующей смесью при небольшом нагревании в уксусной кислоте образовавшегося на предыдущей стадии соединения
3) Подщелачиванием образующейся соли с образованием продукта реакции в виде осадка
4) Динитрованием образовавшегося на предыдущей стадии соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Обработкой соли диазония хлоридом олова (II) в избытке соляной кислоты при охлаждении с последующим подщелачиванием образовавшегося соединения
- ☐ D. 1) Нитрованием нитрующей смесью при нагревании исходного соединения с последующим восстановлением на никеле Ренея водородом при нагревании
2) Ацилированием полученного на предыдущей стадии соединения уксусным ангидридом при умеренном нагревании
3) Нитрованием нитрующей смесью при небольшом нагревании в уксусной кислоте образовавшегося на предыдущей стадии соединения с последующим гидролизом в присутствии минеральной кислоты при нагревании и подщелачиванием образующейся соли с образованием продукта реакции в виде осадка
4) Динитрованием образовавшегося на предыдущей стадии соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Обработкой соли диазония раствором сульфита натрия при охлаждении
- ☐ E. 1) Нитрованием нитрующей смесью при нагревании исходного соединения с последующим восстановлением на никеле Ренея водородом при нагревании
2) Ацилированием полученного на предыдущей стадии соединения уксусным ангидридом при умеренном нагревании
3) Нитрованием нитрующей смесью при небольшом нагревании в уксусной кислоте образовавшегося на предыдущей стадии соединения с последующим гидролизом в присутствии минеральной кислоты при нагревании и подщелачиванием образующейся соли с образованием продукта реакции в виде осадка
4) Динитрованием образовавшегося на предыдущей стадии соединения раствором нитрита натрия в избытке серной кислоты при охлаждении
5) Обработкой соли диазония раствором фосфорноватистой кислоты при охлаждении

Вопрос: 17

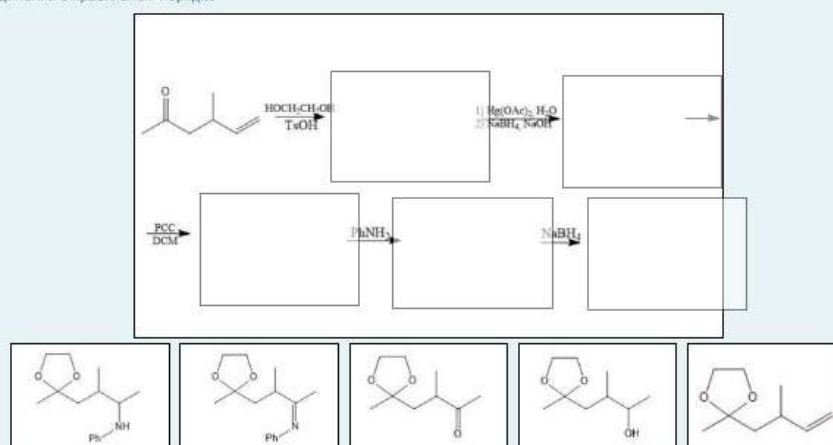
Пока нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Расположите соединения в правильном порядке



Вопрос 18

Пока нет
ответа

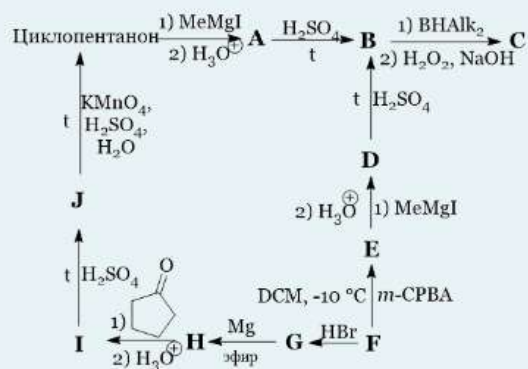
Балл: 4,00

⚑ Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите соответствие между представленными веществами A-G (выборочно) в цепочке превращений и их названиями:



J	Выберите...
H	Выберите...
C	Выберите...
D	Выберите...

Вопрос 19

Пока нет
ответа

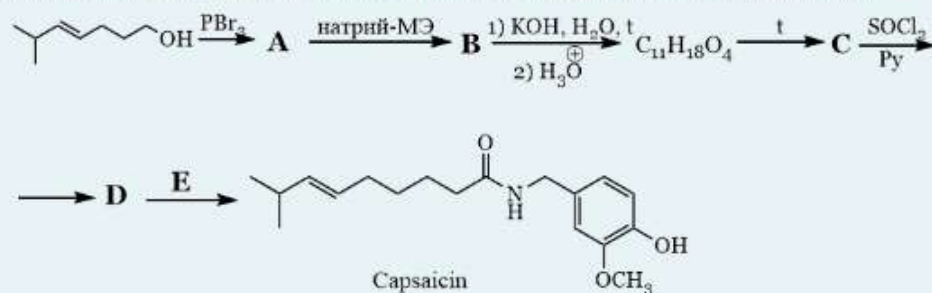
Балл: 4,00

⚑ Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Установите соответствие между веществами A-E (выборочно) в цепочке превращений и их названиями:



E	Выберите...
C	Выберите...
A	Выберите...
D	Выберите...

Вопрос 20

Пока нет
ответа

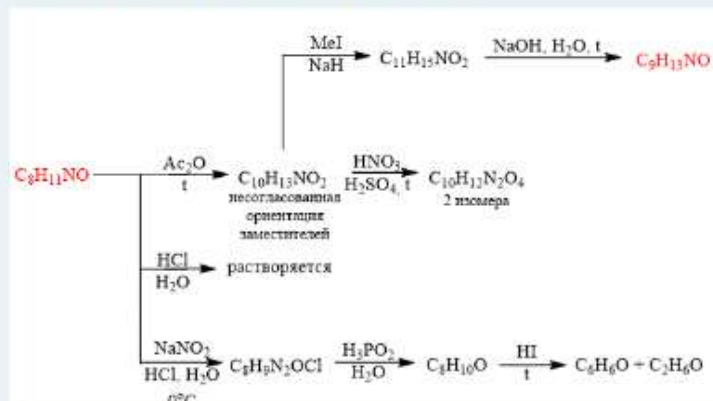
Балл: 4,00

⚑ Отметить
вопрос



Редактировать
вопрос

Определите структуру выделенных красным соединений



Выберите один ответ:

- ☐ A. 4-этоксанилин N-метил-4-этоксанилин
- ☐ B. N-метил-4-метоксанилин N,N-диметил-4-гидроксанилин
- ☐ C. 4-(метиламино)фенол N-нитрозо-4-метоксанилин
- ☐ D. 2-этоксанилин 1-(4-этоксифенил)этилдiazония хлорид

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](http://www.elibrary.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: <http://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=10969#section-0>
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 30, (общее число слайдов – 537);
- банк тестовых заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 1001);

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 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=10969#section-0>

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	10	бессрочная
2	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	10	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ChemOffice ultra	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	1	бессрочная
4	ACDLabs12.0 Academic Edition	Бесплатная	Количество лицензий не ограничено	бессрочная
5	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах	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 ...	Оценка за самостоятельную работу №1 (2 семестр)

	<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 №2 (2 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (2 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 (2 семестр) Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (2 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 (2 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (2 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>	Оценка за самостоятельную работу №3 (3 семестр) Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)

	– 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 экзамен (3 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 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 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 – составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения <i>Владеет:</i> - навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ	Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)

	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 – программам специалитета, 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 специалитета, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
 Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
 Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
 нефтехимических производств
 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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физическая химия»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена к.х.н., доц., доцентом кафедры физической химии А.М. Мерецким,
к.х.н., доцентом кафедры физической химии Г.М. Бондаревой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедрой физической химии
«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой *Физической химии* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение 2 семестров.

Дисциплина «*Физическая химия*» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области естественных наук.

Цель дисциплины – раскрыть смысл основных законов, управляющих ходом химического процесса, показать области приложения этих законов и научить студента грамотно применять их при решении конкретных теоретических и практических задач, понять основные кинетические закономерности протекания химических процессов и роль катализа для химической технологии.

Задачи дисциплины – показать значение физической химии как теоретической основы процессов химической технологии; выработать у студентов навыки применения полученных знаний к предсказанию принципиальной возможности, направления, скорости и конечного результата химических процессов; дать представления о современных экспериментальных методах исследования физико-химических процессов.

Дисциплина «*Физическая химия*» преподается в 4ом и 5ом 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 «*Физическая химия*» 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 изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.3 Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии. ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса;
- пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия;

- термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора.
- теорию гальванических явлений;
- теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов;
- основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;
- предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта;
- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов.

Владеть:

- комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса;
- знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов;
- методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции;
- навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции;
- знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4		5	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	11	396	6	216	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,33	192	2,67	96	2,67	96
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	-	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	3,67	132	2,33	84	1,33	48
Контактная самостоятельная работа		-	3,33	-	1,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		132		84		48
Виды 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:			Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4		5	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	11	297	6	162	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,33	144	2,67	72	2,67	72
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	3,67	99	2,33	63	1,33	36
Контактная самостоятельная работа		-	3,33	-	1,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		180		63		36
Виды 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:			Экзамен		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Химическая термодинамика	62	18	18	8	18
1.1	Первый закон термодинамики	22	6	6	4	6
1.2	Второй закон термодинамики	18	6	6	-	6
1.3	Химическое равновесие	22	6	6	4	6
2.	Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	34	4	4	6	20
2.1	Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем	14	2	2	-	10
2.2	Определение термодинамических функций процесса фазового перехода	20	2	2	6	10
3.	Раздел 3. Термодинамическая теория растворов	36	6	6	6	18
3.1	Основы термодинамики растворов. Парциальные мольные величины	10	2	2	-	6
3.2	Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов	10	2	2	-	6
3.3	Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе	16	2	2	6	6
4.	Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах	30	4	4	12	10
4.1	Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах	15	2	2	6	5
4.2	Равновесие «жидкость-твердое» в двухкомпонентных системах	15	2	2	6	5
5.	Раздел 5. Растворы электролитов	41	8	8	10	15
5.2	Растворы электролитов в статических условиях	15	4	4	-	7
5.3	Растворы электролитов в динамических условиях	26	4	4	10	8
6.	Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)	41	8	6	12	15
6.1	ЭДС и электродные потенциалы	20	4	3	6	7
6.2	Гальванические элементы	21	4	3	6	8
7.	Раздел 7. Химическая кинетика	56	14	16	6	20

7.1	Формальная кинетика	26	6	10	6	4
7.2	Теории химической кинетики	15	4	3	-	8
7.3	Фотохимические и цепные реакции	15	4	3	-	8
8.	Раздел 8. Катализ	24	2	2	4	16
	ИТОГО	324	64	64	64	132
	Экзамен	72				
	ИТОГО	396				

4.2. Содержание разделов дисциплины

4 семестр

Раздел 1. Химическая термодинамика

1.1. Первый закон термодинамики

Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия, их свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения газа и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоёмкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоёмкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоёмкостей C_p и C_v идеального газа. Теплоёмкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоёмкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоёмкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ($H_T - H_0$) при постоянном давлении с учётом фазовых переходов. Тепловой эффект химического процесса. Основное стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения Кирхгофа.

1.2. Второй закон термодинамики.

Самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые, равновесные (квазистатические) и неравновесные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия в изолированных системах. Зависимость энтропии вещества от параметров состояния (температуры, давления, объема). Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа, а также чистых твёрдых или жидких веществ. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Тепловая теорема Нернста, постулат Планка (третье начало термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики, уравнение Больцмана-Планка. Вычисление абсолютной энтропии вещества. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при различных температурах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направленности процессов и равновесия в закрытых системах. Характеристические функции. Зависимость энергии Гельмгольца и энергии Гиббса от параметров состояния. Температурная зависимость энергии Гиббса вещества с учётом фазовых переходов. Род фазового перехода (первый, второй). Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменений стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах.

Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава.

1.3. Химическое равновесие.

Материальный баланс химической реакции, степень превращения, химическая переменная. Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант-Гоффа). Химическое сродство. Анализ уравнения изотермы для определения направления самопроизвольного протекания химической реакции от данного исходного (неравновесного) состояния. Термодинамическая константа химического равновесия и эмпирические константы химического равновесия (K_x , K_c , K_n , K_p), уравнения их связи для реакции в идеальной газовой смеси. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций, идеальных и неидеальных реакционных систем (на примерах). Смещение химического равновесия при изменении общего давления ($T = \text{const}$) и при добавлении в систему инертного газа ($T = \text{const}$, $P = \text{const}$).

Влияние температуры на константу химического равновесия, уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вывод, анализ и интегрирование названных уравнений на примере уравнения изобары. Расчет среднего и истинного теплового эффекта химических реакций из зависимости термодинамической константы равновесия от температуры. Расчет констант равновесия химических реакций из стандартных термодинамических функций веществ. Вычисление констант равновесия химических реакций по справочным данным о константах равновесия реакций образования соединений из простых веществ.

Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах

2.1. Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем

Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз Гиббса для анализа фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния однокомпонентной системы, её фазовые поля, линии и тройные точки, выражающие соответственно однофазное, двухфазное и трехфазное равновесия. Насыщенный пар, температурная зависимость давления насыщенного пара. Критическая точка, критическое состояние вещества, его особенности. Вывод и анализ уравнения Клапейрона. Зависимость температуры плавления от внешнего давления, интегрирование уравнения Клапейрона для равновесия твердое тело - жидкость. Равновесия с газовой фазой, уравнение Клапейрона-Клаузиуса, вывод и интегрирование уравнения для описания линий испарения и сублимации, используемые допущения. Определение координат тройной точки.

2.2. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода

Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях. Взаимосвязь энтальпий плавления, испарения и возгонки в тройной точке. Эмпирическое правило Трутона.

Раздел 3. Термодинамическая теория растворов

3.1. Основы термодинамики растворов. Парциальные молярные величины

Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема (вывод и анализ). Методы определения парциальных молярных величин (метод касательных и метод отрезков). Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения.

3.2. Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов

Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар", закон Рауля, графическая интерпретация закона Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Уравнение химического потенциала для растворителя и растворенного вещества. Неидеальные (реальные) растворы, положительные и отрицательные отклонения от идеальности (от закона Рауля). Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активностей и рациональных коэффициентов активности компонентов раствора. Термодинамические функции смешения для неидеальных растворов. Зависимость активности и коэффициента активности компонента от температуры и давления.

3.3. Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе

Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучих растворителях (понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором по сравнению с чистым растворителем, повышение температуры начала кипения и понижение температуры начала отвердевания растворов, осмотическое давление). Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы растворителя. Вывод уравнения, связывающего понижение температуры начала отвердевания с концентрацией раствора. Осмос, осмотическое давление, обратный осмос. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы, степени диссоциации или степени ассоциации растворенного вещества.

Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах

4.1. Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах.

Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия, термодинамическое условие точки азеотропа. Правило рычага. Физико-химические основы разделения жидких смесей методами перегонки и ректификации.

4.2. Равновесие «жидкость-твердое» в двухкомпонентных системах.

Термический анализ, кривые охлаждения, построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Изоморфизм. Типы твердых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Диаграммы плавкости систем с

ограниченной растворимостью в твёрдом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесия. Определение состава эвтектической жидкости построением треугольника Таммана. Применение правила фаз Гиббса к исследованию фазовых равновесий.

5 семестр

Раздел 5. Растворы электролитов

5.1 Растворы электролитов в статических условиях

Термодинамическое описание свойств растворов электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Связь активности электролита со средней ионной активностью и концентрацией электролита. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля, второе и третье приближения теории, графическое представление этих зависимостей.

5.2 Растворы электролитов в динамических условиях

Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимостей от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов, уравнение корня квадратного (уравнение Кольрауша). Применение теории сильных электролитов для объяснения электрофоретического и релаксационного эффектов снижения электропроводности. Влияние полей высокой напряженности и высокой частоты переменного тока на электропроводность растворов. Методики измерения электропроводности. Кондуктометрическое определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)

6.1 ЭДС и электродные потенциалы

Электрохимические системы (цепи). Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электрохимический потенциал, гальвани-потенциал. Обратимые электроды и обратимые электрохимические цепи (элементы). Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале). Связь ЭДС гальванической цепи с электродными потенциалами. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Вывод и анализ уравнения Нернста, выражающего зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей компонентов

электродной реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов всех видов.

6.2. Гальванические элементы

Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов. Применение потенциометрии для определения термодинамических характеристик химических реакций, протекающих в гальванической цепи, констант химического равновесия, активностей и коэффициентов активности электролитов, pH растворов, произведения растворимости малорастворимых соединений. Химические источники тока.

Раздел 7. Химическая кинетика

7.1. Формальная кинетика

Термодинамическая возможность процесса и его практическая (кинетическая) осуществимость. Предмет и задачи химической кинетики. Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Методы определения скоростей химических реакций. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Линейное представление кинетических кривых для реакций различных порядков. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка. Метод избытка (изоляции) Оствальда определения частных порядков по соответствующему реагенту. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Различие концентрационного и временного порядков. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Дифференциальные уравнения, описывающие скорости этих реакций, их интегрирование. Кинетические кривые для каждого из реагирующих веществ. Последовательные реакции 1-го порядка. Система дифференциальных уравнений, описывающих кинетику последовательных реакций. Кинетические уравнения и кинетические кривые для всех участников реакции. Время достижения максимальной концентрации промежуточного вещества. Зависимость максимальной концентрации промежуточного вещества от соотношения констант скоростей отдельных стадий последовательной реакции. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций, область применения. Влияние температуры на скорость химической реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса в

дифференциальной и интегральной форме. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель, методы их определения из экспериментальных данных.

7.2. Теории химической кинетики

Теория активных (бинарных) соударений (ТАС). Скорость реакции как число столкновений активных молекул в единицу времени. Константа скорости бимолекулярной реакции. Физический смысл предэкспоненциального множителя и энергии активации в рамках теории активных соударений. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение реакции. Достоинства и недостатки теории активных соударений. Механизм мономолекулярных газовых реакций в рамках ТАС, схема Линдемана. Истолкование причин изменения порядка мономолекулярной реакции при изменении давления.

Теория переходного состояния (активированного комплекса) (ТПС или ТАК). Основные положения ТПС, кинетическая схема реакции. Поверхность потенциальной энергии, координата реакции, путь реакции. Активированный комплекс и его свойства, истинная энергия активации. Скорость реакции – скорость распада активированного комплекса (скорость его прохождения через потенциальный барьер). Квазитермодинамическая форма уравнения ТПС, энтальпия и энтропия активации, трансмиссионный коэффициент. Связь энтальпии активации с эффективной (экспериментальной) энергией активации.

7.3. Фотохимические и цепные реакции

Фотохимические реакции, первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Фотофизические (деактивационные) процессы при поглощении излучения. Законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера и Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенсibilизаторы, Сенсibilизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез.

Цепные реакции. Примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизмы зарождения, развития и обрыва цепей. Линейный и квадратичный обрыв цепей. Звено цепи, длина цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвлённых цепных реакций. Стадии разветвленной цепной реакции. Вероятность обрыва и разветвления цепи. Развитие разветвленных цепных реакций во времени, стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Предельные явления в разветвлённых реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения (взрыва) цепной реакции. Полуостров воспламенения.

Раздел 8. Катализ

Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность. Гомогенный катализ.

Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций, энергетические диаграммы взаимодействия реагентов с катализатором. Общий и специфический кислотно-основный катализ. Эффективная константа скорости реакции, катализируемой веществами с кислотно-основными свойствами. Каталитические константы скорости реакции. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов.

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:								
1	– основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса	+	+	+	+	+	+	+	+
2	– пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия	+						+	+
3	– термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора			+	+	+			
4	– теорию гальванических явлений						+		
5	– теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов							+	
6	– основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора								+
	Уметь:								

7	– применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач	+	+	+	+	+	+	+	+
8	– предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта	+						+	+
9	– проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов	+	+	+	+	+	+	+	+
10	– применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций							+	+
	Владеть:								
11	– комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач	+	+	+	+	+	+	+	+
12	– навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса	+	+				+		
13	– знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов	+	+	+	+				

14	– методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции							+	+	
15	– навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции						+			
16	– знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции	+						+	+	
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	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8

17	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.3 Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.	+	+	+	+	+	+	+	+

18	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии.	+	+	+	+	+	+	+	+

19	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме **64** акад. ч. (по 32 акад. ч. в семестре).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	1	Расчёт теплоты, работы и изменения внутренней энергии в процессах с участием идеального газа.	2
2.	1	Расчет тепловых эффектов химических реакций при $V=\text{const}$ и $P=\text{const}$ и теплоты фазовых превращений при 298 К.	2
3.	1	Расчет тепловых эффектов реакций, теплоты образования и теплоты фазовых переходов при заданной температуре с использованием справочных данных.	2
4.	1	Расчет абсолютной энтропии вещества при заданной температуре. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при заданной температуре.	2
5.	1	Расчет ΔG^0 и ΔA^0 для химических процессов.	2
6.	1	Итоговое занятие по темам: «Первый и второй законы термодинамики».	2
7.	1	Расчет эмпирической константы химического равновесия из экспериментальных данных о равновесных давлениях и концентрациях реагентов.	2
8.	1	Определение направления самопроизвольного протекания химической реакции при $P=\text{const}$, $T=\text{const}$ на основании уравнения изотермы Вант-Гоффа. Вычисление константы равновесия химической реакции.	2
9.	1	Определение термодинамических характеристик химической реакции (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) из экспериментальной зависимости константы равновесия от температуры.	2
10.	2	Расчет давления насыщенного пара и теплоты испарения (возгонки) при заданной температуре на основании справочных данных о температурах кипения (возгонки) веществ при давлении ниже атмосферного. Нахождение координат тройной точки по температурной зависимости давления	2

		насыщенного пара вещества.	
11.	2	Расчет температуры плавления вещества при заданном внешнем давлении (в приближении линейной зависимости температуры плавления от давления). Вычисление термодинамических функций фазовых превращений (ΔH , ΔU , ΔS , ΔA , ΔG) на основании экспериментальных зависимостей давления насыщенного пара от температуры.	2
12.	3	Определение парциальных молярных величин компонентов раствора из экспериментальных зависимостей экстенсивного свойства раствора от концентрации.	2
13.	3	Расчет изменения объема, энтальпии, энтропии, энергии Гиббса при образовании бинарного идеального раствора. Закон Рауля. Расчет термодинамических функций смешения для реальных растворов при заданной температуре. Расчет активностей, коэффициентов активности и относительного химического потенциала компонентов раствора по экспериментальной зависимости давления насыщенного пара от концентрации для стандартного состояния "чистое вещество"	2
14.	3	Вычисление относительного понижения давления пара растворителя, повышения температуры начала кипения, понижения температуры начала отвердевания, осмотического давления для разбавленного раствора нелетучего вещества в летучем растворителе при данной концентрации раствора.	2
15.	4	Правило фаз Гиббса, расчет числа степеней свободы в заданной фазовой области. Правило рычага, его применение для определения количества равновесных фаз. Вычисление количества компонента, которое необходимо добавить к системе заданного состава, для перевода ее в новое состояние с другим содержанием компонентов.	2
16.	4	Применение правила фаз Гиббса к анализу диаграмм плавкости изоморфно и неизоморфно кристаллизующихся веществ с одной эвтектикой, с образованием устойчивого соединения (неустойчивого соединения, с ограниченной	2

		растворимости компонентов в твердом состоянии), анализ.	
17.	5	Сильные и слабые электролиты. Определение степени диссоциации на основании величины константы диссоциации. Изменение степени и константы диссоциации при добавлении в раствор сильного электролита с общим ионом. Расчет термодинамических параметров процесса диссоциации на основе температурной зависимости константы диссоциации. Расчет pH для растворов сильных и слабых электролитов.	2
18.	5	Связь активности электролита со средними ионными активностями и средними ионными коэффициентами активности. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Расчет активностей, средних ионных активностей и средних ионных коэффициентов активности. Определение pH растворов сильных электролитов.	2
19.	5	Произведение растворимости. Расчет растворимости малорастворимых солей. Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимых соединений.	2
20.	5	Расчет электропроводности растворов электролитов при бесконечном разведении на основании значений предельных молярных электрических проводимостей ионов и из экспериментальных данных по электропроводности растворов различной концентрации. Подвижности (абсолютные скорости движения) и числа переноса ионов. Определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты диссоциации, растворимости труднорастворимых соединений на основании измерений электропроводности.	2
21.	6	Условная запись электрода, гальванического элемента. Правильно разомкнутый гальванический элемент. Определение знаков электродов гальванического элемента и направления протекания электродного процесса. Запись уравнения реакции, протекающей в гальваническом элементе, определение ее направления.	2
22.	6	Уравнение Нернста для различных электродов и гальванического элемента. Расчет ЭДС	2

		химических и концентрационных гальванических элементов.	
23.	6	Определение констант равновесия, термодинамических характеристик реакций, протекающих в гальваническом элементе. Расчет раствора, активностей и коэффициентов активности, произведения растворимости.	2
24.	7	Расчет константы скорости реакции на основании экспериментальных данных об изменении свойства системы во времени	2
25.	7	Определение порядка реакции, константы скорости и времени полупревращения на основе данных кинетических измерений. Расчет глубины протекания реакции к указанному моменту времени.	2
26.	7	Расчет констант скоростей и текущих концентраций для обратимых, параллельных и последовательных реакций первого порядка.	2
27.	7	Метод стационарных концентраций, его практическое использование при составлении кинетических уравнений.	2
28.	7	Влияние температуры на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Вычисление температурного коэффициента Вант-Гоффа. Расчет констант скорости и времени полупревращения при различных температурах.	2
29.	7	Теория активных (бинарных) соударений. Подсчет общего числа столкновений реагирующих молекул в единицу времени в единице объема. Нахождение доли активных молекул. Расчет константы скорости, предэкспоненциального множителя (фактора соударений) и стерического множителя на основании уравнений теории.	2
30.	7	Вычисление квантового выхода и количества прореагировавшего вещества для фотохимической реакции.	2
31.	7	Составление кинетических уравнений для неразветвленных цепных реакций. Связь эффективной константы скорости цепной реакции с константами скоростей отдельных стадий. Расчет длины цепи реакции.	2
32.	8	Общие закономерности каталитических реакций. Снижение энергии активации – главная причина	2

		увеличения скорости каталитической реакции. Слитный и раздельный механизмы каталитического взаимодействия, составление кинетических уравнений.	

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Физическая химия*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума в каждом семестре составляет **9** баллов (максимально по **1,5** 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 (модули)	Наименование лабораторных работ
1	1	Определение средней теплоемкости твердых и жидких веществ методом смешения
2	1	Определение химического равновесия в гетерогенных системах (исследование карбонатов)
3	2	Определение давления насыщенного пара индивидуальных жидкостей динамическим методом (методом точек кипения)
4	3	Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим методом
5	4	Изучение равновесий "жидкость-пар" в двойных жидких системах
6	4	Изучение кристаллизации из раствора при низких температурах
7	5	Изучение зависимости электрической проводимости растворов слабых электролитов от концентрации
8	5	Изучение зависимости электрической проводимости растворов сильных электролитов от концентрации
9	6	Измерение Э.Д.С. химического элемента Якоби-Даниэля. Определение электродных потенциалов
10	6	Определение термодинамических функций реакций, протекающих в окислительно-восстановительных элементах
11	7, 8	Изучение скорости разложения пероксида водорода газометрическим методом
12	7, 8	Изучение скорости реакции йодирования ацетона

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- 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 дисциплины. 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 51 балл), лабораторного практикума (максимальная оценка 9 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 в 4 семестре и 4 контрольные работы в 5 семестре. Максимальная оценка за контрольные работы в 4 и 5 семестрах составляет по 51 балл.

Первая контрольная работа в 4 семестре проводится по следующим разделам курса: первое и второе начало термодинамики.

Вторая контрольная работа в 4 семестре проводится по следующим разделам курса: химическое равновесие и фазовое равновесие в однокомпонентных системах.

Третья контрольная работа в 4 семестре проводится по следующим разделам курса: растворы неэлектролитов, коллигативные свойства растворов.

Четвертая контрольная работа (первая в 5 семестре) проводится по следующим разделам курса: растворы электролитов.

Пятая контрольная работа (вторая в 5 семестре) проводится по следующим разделам курса: электрохимические системы (цепи).

Шестая контрольная работа (третья в 5 семестре) проводится по следующим разделам курса: формальная кинетика.

Седьмая контрольная работа (четвертая в 5 семестре) проводится по следующим разделам курса: теории химической кинетики, фотохимические и цепные реакции.

Пример задания по контрольной работе №1

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ

Оценка, балл	2,5	3	3	2,5	3	3	17

1. Приведите выражения, соответствующие двум следствиям из закона Гесса на произвольном примере.

2. При температуре 300 К идеальный газ изотермически и обратимо расширяется от 0,01 до 10 м³. Количество поглощенной при этом теплоты равно 17,26 кДж. Сколько молей газа участвует в этом процессе?

3. Температурная зависимость теплоты образования UPb₃ по реакции:

$U_{(тв)} + 3Pb_{(ж)} = UPb_{3(тв)}$ выражается уравнением:

$$\Delta_r H^\circ = -24.556 + 19.875 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 20.356 \cdot 10^{-9} \cdot T^3$$

Рассчитайте $\Delta_r C_p^\circ$ для этой реакции при 1000 К, не прибегая к справочным данным.

4. Как зависит от температуры энергия Гиббса системы? Дайте обоснованный ответ.

5. Пользуясь справочными данными, рассчитайте абсолютную энтропию 42 г СО при 500 К и давлении 1, 5 атм. Газ считать идеальным.

6. Рассчитайте изменение энергии Гельмгольца в реакции $C_4H_{10} = C_4H_6 + 2H_2$, протекающей в газовой фазе при 300 К, если тепловой эффект этой реакции при постоянном давлении равен 237 кДж, а изменение энтропии 230 Дж/К.

Пример задания по контрольной работе №2

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	2	3	3	2	3	4	17

1. Какие факторы влияют на константы равновесия K_p и K_c , если реагирующую систему рассматривать как идеальную?

2. Диссоциация четырехоксида азота протекает по уравнению: $N_2O_4 = 2NO_2$. При 298 К и $P = 1,0 \cdot 10^5$ Па N_2O_4 диссоциирует на 18,5%. Рассчитайте степень диссоциации при той же температуре и давлении $0,5 \cdot 10^5$ Па.

3. Определите направление протекания реакции $CH_4 + H_2O_{(г)} = CO + 3H_2$ при 1000 К:

а) в стандартных условиях;

б) при следующих исходных парциальных давлениях реагентов:

$P(CH_4) = 0,203$ атм,

$P(H_2O) = 1,013$ атм,

$P(CO) = 10,13$ атм,

$P(H_2) = 2,026$ атм.

Для расчета константы равновесия воспользуйтесь справочными данными.

4. Что называется «составляющими» системы?

5. При давлении $1,01 \cdot 10^5$ Па в точке плавления ($-38,87$ °С) жидкая ртуть имеет плотность 13,69 г/см³, а твердая – 14,19 г/см³. Рассчитайте температуру плавления ртути при давлении $3 \cdot 10^8$ Па, если удельная теплота плавления равна 9,74 Дж/г.

6. Давление насыщенного пара над H_2SO_4 при 178 °С равно 666 Па, а при 211,5 °С – 2666 Па. Чему равно давление насыщенного пара над серной кислотой при 300 °С?

Пример задания по контрольной работе №3

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	4	4	4	4	17

1. Укажите, какими свойствами и какого компонента – растворителя или растворенного вещества – определяется величина эбуллиоскопической постоянной.

2. Какие из следующих утверждений справедливы для совершенного бинарного раствора при постоянной температуре?

- а) закон Рауля соблюдается для каждого компонента раствора: $P_i = P_i^\circ x_i$;
- б) объем смешения $\Delta V_{см} = 0$;
- в) энтропия смешения $\Delta S_{см} = 0$;
- г) энергия Гиббса смешения $\Delta G_{см} = 0$;
- д) теплота смешения $\Delta H_{см} = 0$.

3. Температура плавления фенола равна 40°C. Раствор, содержащий 0,172 г ацетанилида (C_8H_9ON) в 12,54 г фенола, отвердевает при 39,25°C. Вычислить криоскопическую постоянную фенола и его удельную теплоту плавления. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа принять равным единице.

4. При образовании 1 моля раствора Si – Mn, мольная доля кремния в котором равна 0,3, выделилось 28700 Дж теплоты. Парциальная молярная теплота растворения марганца в растворе этого состава равна –3770 Дж/моль. Рассчитайте парциальную молярную теплоту растворения кремния в этом растворе.

Пример задания по контрольной работе №4

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	2	2,5	2,5	3,5	3,5	14

1. Напишите выражение зависимости эквивалентной электропроводности сильных электролитов от концентрации.

2. Нарисуйте схематически график зависимости среднеионного коэффициента активности сильного электролита от ионной силы раствора (в широком диапазоне концентраций).

3. На основании справочных данных о величине произведения растворимости $BaSO_4$ рассчитайте растворимость этой соли в воде и в растворе 0,003 М Na_2SO_4 при 298 К.

4. Пользуясь справочными данными о средних ионных коэффициентах активности электролитов для водного раствора $ZnCl_2$ с моляльностью 3,0 при температуре 25°C вычислите среднюю ионную моляльность, среднюю ионную активность и полную активность электролита.

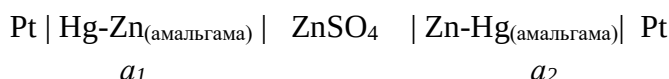
5. Молярная электропроводность при бесконечном разбавлении раствора уксусной кислоты в 1,5 раза больше такой же электропроводности гидроксида аммония. Растворы 0,1М уксусной кислоты и 0,05М гидроксида аммония имеют одинаковую удельную электропроводность. Каково соотношение степеней диссоциации этих электролитов в данных растворах? (Что больше?).

Пример задания по контрольной работе №5

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	2	2,5	2,5	3,5	3,5	14

1. Запишите уравнение Нернста для потенциала электрода I-го рода. От чего зависит величина и знак потенциала такого электрода?

2. К какому типу относится данный гальванический элемент (химический, концентрационный, с переносом, без переноса)? Напишите уравнение реакции, протекающей в данном элементе.



3. По справочным данным о стандартных электродных потенциалах вычислите стандартную ЭДС элемента и произведение растворимости при 298 К для AgBr.

4. Пользуясь справочными данными, рассчитайте ЭДС гальванического элемента при 298 К, состоящего из приведенных электродов. Моляльные концентрации электролитов в электродах m_1 и m_2 . Ионные коэффициенты активности вычислите по уравнению первого приближения теории Дебая-Хюккеля. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из указанных электродов.

Электрод I	m_1	Электрод II	m_2
KCl AgCl Ag	0,005	ZnSO ₄ Zn	0,002

5. Составьте условную запись гальванического элемента без жидкостных соединений («без переноса»), в котором при $T = 298$ К самопроизвольно протекает реакция $\text{Pb} + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 = \text{PbCl}_2 + 2\text{Hg}$. Вычислите стандартную ЭДС элемента, термодинамическую константу равновесия K_a , реакции.

Пример задания по контрольной работе №6

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	2	2,5	2,5	3,5	3,5	14

1. Зависит ли от исходных концентраций реагирующих веществ период полупревращения для реакции второго порядка. Приведите математическое выражение для случая, когда начальные концентрации реагентов равны.

2. Какими данными надо располагать для расчета максимально возможного количества промежуточного вещества в последовательной реакции первого порядка $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$? Как зависит высота максимума кривой $c_B = f(\tau)$ от отношения констант k_2/k_1 ?

3. Для некоторой реакции получены следующие экспериментальные данные:

c_0 , моль/л	0,02	0,04	0,06	0,08
$\tau_{1/2}$, мин	6,3	6,3	6,3	6,3

Можно ли сделать вывод о порядке данной реакции?

4. Реакция термического разложения этана является реакцией первого порядка. При $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ константа скорости реакции равна $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$, а при $630\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $141,5 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$. Рассчитайте энергию активации и предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса.

5. При смешении равных объемов полумолярных растворов H_2O_2 и HCHO , взаимодействующих по уравнению $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCHO} = \text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O}$ через 20 мин. Прореагировало 80% исходных веществ (реакция 2-го порядка). Сколько времени потребуется для того, чтобы реакция прошла на ту же глубину, если растворы исходных реагентов разбавить вдвое, а затем смешать?

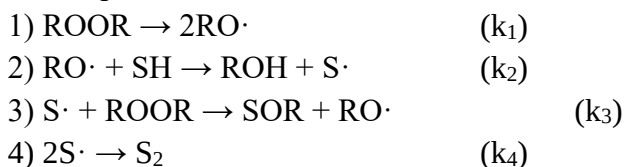
Пример задания по контрольной работе №7

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	2	2	2	2	9

1. Какие реакции называются цепными? Дайте определение и назовите основные стадии цепного процесса.

2. Что представляет собой активированный комплекс и чем он отличается от активных молекул?

3. Для разложения пероксида ROOR в растворителе SH предполагается следующая последовательность реакций:



Пользуясь методом стационарных концентраций, выведите кинетическое уравнение для скорости разложения пероксида $-\frac{d[\text{ROOR}]}{dt}$.

4. Предэкспоненциальный множитель мономолекулярного разложения диацетила при $285\text{ }^{\circ}\text{C}$ равен $8,0 \cdot 10^{15} \text{ c}^{-1}$. Вычислите энтропию активации этой реакции. Трансмиссионный множитель примите равным единице.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен, 5 семестр – экзамен)

Максимальное количество баллов за *экзамен (4 семестр)* – 40 баллов, за *экзамен (5 семестр)* – 40 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамена)

4 семестр

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 и 4 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Первый закон термодинамики, формулировки и математическое выражение. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Первый закон термодинамики применительно к изотермическому, изобарному и изохорному процессам.
2. Теплоемкость идеального газа. Изохорная и изобарная молярные теплоемкости. Связь между ними для идеального газа. Зависимость изобарной теплоемкости от температуры и агрегатного состояния вещества.
3. Термохимия. Тепловые эффекты химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Стандартные теплоты сгорания и образования. Связь тепловых эффектов химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме. Их использование для нахождения тепловых эффектов химических реакций. Проиллюстрируйте на произвольном примере.
4. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа. Использование интегральных форм уравнения для вычисления тепловых эффектов химических процессов при заданной температуре.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия, ее основные свойства. Вывод выражения для полного дифференциала энтропии. Расчет изменения энтропии в процессах с участием идеального газа. Зависимость энтропии от параметров состояния. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов.
6. Зависимость энтропии вещества от температуры. Изобразите схематически график этой зависимости в температурном интервале, включающем в себя температуры плавления и кипения вещества. Графический и аналитический расчет абсолютной энтропии.
7. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второе начало термодинамики. Математическое выражение 2-го закона термодинамики в изолированной системе. Изобразите характер изменения энтропии в самопроизвольном процессе, протекающем в изолированной системе.
8. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца, свойства.
9. Вывод выражения для полного дифференциала энергии Гиббса. Зависимость энергии Гиббса от давления и температуры.

10. Вывод выражения для полного дифференциала энергии Гельмгольца. Зависимость энергии Гельмгольца от температуры и объема.
11. Равновесный выход химической реакции. Выразите в общем виде константу равновесия K_p для реакции через равновесное количество молей аммиака, равное x , и общее давление в системе p , если для проведения реакции исходные вещества взяты в стехиометрических количествах.
12. Термодинамическая и эмпирическая константы химического равновесия. Методы расчета константы равновесия при $T \neq 298\text{K}$.
13. Влияние общего давления и примеси инертного газа на равновесный выход продуктов реакции. Рассмотрите на произвольном примере газофазной реакции.
14. Влияние температуры на химическое равновесие. Вывод и анализ уравнения изобары Вант-Гоффа. Приближенное и уточненное интегрирование уравнения. Приведите пример химической реакции, для которой константа равновесия возрастает (убывает) с увеличением температуры.
15. Особенности химического равновесия в гетерогенных системах. Примеры выражения константы химического равновесия для гетерогенных реакций. Влияние давления и добавок инертного газа на сдвиг химического равновесия.
16. Определение среднего и истинного теплового эффекта химической реакции на основании экспериментальных данных о зависимости константы равновесия от температуры. Аналитические и графические методы.
17. Фазовые переходы первого рода. Основные понятия: фаза, составляющее систему вещество, независимый компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма однокомпонентной системы, описание кривых и характерных точек диаграммы. Применение правила фаз к диаграмме. Какое максимальное число фаз может находиться в равновесии в однокомпонентной системе?
18. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе. Диаграмма состояния с тройной точкой. Описание кривых и характерных точек на диаграмме. Правило фаз Гиббса.
19. Интегральные формы уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Приведите уравнения, выражающие зависимость давления насыщенного пара над жидкой фазой от температуры при условиях: а) $\Delta H \neq f(T)$, б) $\Delta c = \Delta a + \Delta bT$. Какому из приведенных выше условий отвечает линейная зависимость в координатах $\ln P = f(1/T)$? Пар считать идеальным газом.
20. Дайте определение температуры кипения жидкости. Зависимость теплоты испарения от температуры. Графическое представление указанной зависимости. Укажите область температур, для которой можно пренебречь влиянием температуры на теплоту испарения.
21. Диаграммы кипения бинарных систем с полной взаимной растворимостью компонентов. Законы Гиббса-Коновалова. Применение правила фаз к исследованию диаграмм кипения.
22. Равновесие “жидкость-пар” в двухкомпонентных системах. Диаграммы “давление-состав”, “температура-состав”, “состав пара-состав жидкости” для систем с положительными отклонениями от закона Рауля.
23. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы А-В характеризуется минимумом на кривой «температура-состав». Компонент А является менее летучим, чем вещество В.

Описание линий и полей диаграммы. Укажите составы дистиллята и кубового остатка при ректификации жидкой смеси, с большим (меньшим) содержанием компонента А по сравнению с азеотропной смесью.

24. Основы разделения жидких бинарных смесей перегонкой и ректификацией. Возможно ли двухкомпонентную систему, характеризующуюся наличием азеотропа (состав не совпадает с азеотропным), разделить на чистые компоненты? Приведите пояснение.
25. Парциальные молярные свойства (величины) компонентов раствора. Связь парциальных молярных свойств с общим свойством и составом системы. Уравнения Гиббса-Дюгема.
26. Идеальные растворы. Свойства. Функции смешения. Уравнения для расчета энергии Гиббса и энтальпии смешения при образовании идеальных растворов из чистых компонентов. Приведите примеры систем, представляющих практически идеальный раствор в жидкой фазе.
27. Активность, коэффициент активности компонента раствора. Экспериментальное определение коэффициента активности компонента раствора по величине давления его насыщенного пара.
28. Предельно разбавленные растворы. Законы Рауля и Генри, их применимость для описания зависимости давления насыщенного пара от состава раствора. Уравнения для химического потенциала растворителя и растворенного вещества.
29. Осмос, осмотическое давление. Причины, вызывающие переход растворителя через полупроницаемую перегородку. Уравнение, связывающее осмотическое давление с концентрацией раствора. Определения молярной массы растворенного вещества по данным измерения осмотического давления.
30. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ в летучем растворителе. Эбулиоскопический и криоскопический методы определения молярной массы растворенного вещества.

5 семестр

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5, 6, 7 и 8 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Растворы сильных электролитов. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Зависимость среднего ионного коэффициента активности от ионной силы раствора в разбавленных и концентрированных растворах сильных электролитов.
2. Зависимость электропроводности растворов сильных электролитов от концентрации. Электрофоретический и релаксационный эффекты снижения электропроводности. В каких опытах подтверждается наличие или отсутствие этих эффектов торможения?
3. Растворы сильных электролитов. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Зависимость среднего ионного коэффициента активности от ионной силы раствора в разбавленных и концентрированных растворах сильных электролитов.
4. Ионная сила раствора. Влияние посторонних электролитов на средний ионный коэффициент активности данного сильного электролита. Правило ионной силы раствора Льюиса-Рендала, область его применимости.

5. Молярная и удельная электрические проводимости растворов электролитов, понятие, единицы измерения.
6. Зависимость молярной и удельной электропроводностей от концентрации, температуры и природы растворителя. Объясните характер указанных зависимостей для слабых и сильных электролитов.
7. Растворы слабых электролитов. Основные положения теории Аррениуса. Вывод и анализ закона разведения Оствальда для электролита валентного типа 1:1.
8. Влияние концентрации и температуры на константу диссоциации и степень диссоциации слабых электролитов. Зависимость электропроводности растворов слабых электролитов от концентрации.
9. Молярная и удельная электрические проводимости растворов электролитов, понятие, единицы измерения. Зависимость молярной и удельной электропроводностей от концентрации и природы растворителя.
10. Приведите аналитические выражения двух законов Кольрауша: уравнения квадратного корня, $\Lambda = f(\sqrt{c})$, и закона независимого движения ионов. Для каких электролитов (слабых или сильных) и при каких условиях справедливы эти выражения?
11. Классификация гальванических элементов. Химические гальванические элементы, понятие и примеры.
12. Нормальный элемент Вестона: устройство элемента, электродные полуреакции, уравнение самопроизвольной реакции, уравнение Нернста, области его применения.
13. Концентрационные цепи. Уравнение Нернста для концентрационного элемента, составленного из двух амальгамных электродов.
14. Зависимость ЭДС от активностей участников электрохимической реакции, протекающей в гальваническом элементе. Вывод и анализ уравнения Нернста.
15. Элемент Даниэля-Якоби: устройство элемента, электродные полуреакции, уравнение самопроизвольной реакции, уравнение Нернста.
16. Концентрационные цепи. Уравнение Нернста для концентрационного элемента, составленного из двух амальгамных электродов.
17. Классификация электродов. Газовые электроды определение, примеры. Вывод и анализ уравнений, выражающих зависимость потенциала водородного и хлорного электродов от активности ионов и давления газа. Схема и область применения водородного электрода.
18. Классификация электродов. Электроды второго рода, определение примеры. Запишите электродную реакцию и уравнение Нернста для выбранного электрода.
19. Влияние концентрации потенциалопределяющих ионов, pH и ионной силы раствора на потенциал электрода. Каломельный электрод: схема электрода, электродные полуреакции, приготовление, область применения.
20. Классификация электродов. Окислительно-восстановительные электроды: определение, примеры, электродные полуреакции. Вывод и анализ уравнения Нернста для электродов данного типа.
21. Хингидронный электрод: схема электрода, электродные полуреакции, приготовление, область применения.
22. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 0-го порядка. Изобразите схематически кинетические кривые для исходного вещества и продукта реакции, а также приведите математические

- выражения, описывающие ход этих кривых. Выведите выражение для времени полупревращения исходного вещества.
23. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 1-го порядка. Изобразите схематически кинетические кривые для исходного вещества и продукта реакции, а также приведите математические выражения, описывающие ход этих кривых. Выведите выражение для времени полупревращения исходного вещества.
 24. Необратимые гомогенные реакции 2-го порядка с равными начальными концентрациями реагентов. Вывод интегральной формы кинетического уравнения. Кинетическая кривая, уравнение кинетической кривой. Приведите дифференциальную и интегральную формы (без вывода) кинетического уравнения односторонней гомогенной реакции второго порядка « $A + B \rightarrow \text{продукты}$ », протекающей при постоянных температуре и объеме, если концентрации реагирующих веществ A и B в момент начала реакции не равны друг другу.
 25. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 3-го порядка. Изобразите схематически кинетические кривые для исходного вещества и продукта реакции, а также приведите математические выражения, описывающие ход этих кривых. Выведите выражение для времени полупревращения исходного вещества.
 26. Параллельные реакции первого порядка. Запишите систему дифференциальных кинетических уравнений, описывающую параллельные гомогенные реакции первого порядка $A \rightarrow B$, $A \rightarrow D$ с константами скорости k_1 и k_2 соответственно. Вывод уравнений, позволяющих провести расчет констант скорости обеих параллельных реакций. Как меняется соотношение между концентрациями продуктов реакции по мере ее протекания.
 27. Принцип независимости протекания элементарных реакций. Обратимые реакции первого порядка, система дифференциальных уравнений, описывающих скорости элементарных стадий и процесса в целом. Вывод уравнений, позволяющих провести расчет констант скорости обеих реакций. Возможные виды кинетических кривых для исходного вещества и продукта реакции в зависимости от соотношения констант скорости прямой и обратной реакций.
 28. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент константы скорости реакции (коэффициент Вант-Гоффа), характер его изменения с повышением температуры.
 29. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации и предэкспоненциального множителя. Получите выражение, устанавливающее связь коэффициента Вант-Гоффа с эффективной энергией активации химической реакции.
 30. Изложите основные положения и этапы вывода кинетического уравнения теории активных (бинарных) соударений (ТАС). Приведите основное уравнение теории для случая взаимодействия одинаковых молекул и назовите входящие в него величины.
 31. Константа скорости бимолекулярной реакции, предэкспоненциальный множитель (фактор соударений), энергия активации. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение теории.
 32. Изложите основные положения теории переходного состояния, сопровождая их соответствующей кинетической схемой. Определите смысл понятий «активированный

комплекс», «координата реакции», «истинная энергия активации», в терминах теории переходного состояния.

33. Кинетика мономолекулярных реакций в рамках теории активных соударений. Схема Линдемана. Поясните, при каких условиях реакция разложения в газовой фазе при термическом механизме активации протекает по первому порядку, а при каких – по второму.

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 «*Физическая химия*» проводится в 4 и 5 семестрах и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 и 4 (в 4 семестре) и по разделам 5, 6, 7 и 8 (в 5 семестре) рабочей программы дисциплины.

Билет для **экзамена** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена в 4 семестре**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой физической химии _____ О.А. Райтман (Подпись) « ____ » _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра физической химии
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Физическая химия
Билет № 1 1. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния. Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. 2. Идеальные растворы. Свойства. Функции смешения. 3. Представьте графическую зависимость константы равновесия экзотермической химической реакции от температуры в координатах $\ln K_a = f(1/T)$. Поясните, как на основе указанной зависимости рассчитать средний тепловой эффект химической реакции. 4. 77 граммов четыреххлористого углерода испаряются при нормальной температуре кипения, а затем изотермически расширяются до давления в 2 раза ниже начального. Рассчитайте изменение энергии Гельмгольца в данном процессе.	

Пример билета для экзамена в 5 семестре:

«Утверждаю» Зав. кафедрой физической химии _____ О.А. Райтман (Подпись) «_____» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра физической химии
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Физическая химия
Билет № 1 - Односторонние реакции нулевого порядка. Вывод уравнения для расчета константы скорости реакции. Определение константы скорости из экспериментальных данных (графический метод). Период полупревращения. - Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Зависимость коэффициента активности иона от ионной силы раствора. Предельный закон Дебая-Хюккеля. - Хлоридсеребряный электрод. Вывод уравнения Нернста для расчёта его потенциала. Область применения хлоридсеребряного электрода. - Сосуд, объемом 200 см^3, содержащий водород и хлор, подвергли действию видимого света с длиной волны $\lambda = 420\text{ нм}$ при $t = 25^\circ\text{C}$. Интенсивность поглощения света $I = 2,0 \cdot 10^{-6}\text{ Дж/с}$. При облучении реакционной в течение полутора минут парциальное давление водорода снизилось со 150 до 100 мм Hg. Определите квантовый выход реакции синтеза хлористого водорода.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия для бакалавров. Тула: Аквариус, 2014. 660 с.
2. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. Тула: Гриф и Компания, 2011. 1030 с.
3. Мерецкий А.М., Белик В.В. Растворы электролитов. М:
4. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 126 с.
5. Мерецкий А.М., Белик В.В. Основы электрохимической термодинамики. М: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2011. 179 с.
6. Краткий справочник физико-химических величин / Ред. А.А. Равдель, Ред. А.М. Пономарева. – 9-е изд. – СПб.: Специальная литература, 1999. – 232 с.
7. Кудряшов, И. В. Сборник примеров и задач по физической химии [Текст] : учебное пособие для хим.-технолог. Спец-тей вузов / И.В. Кудряшов , Г.С. Каретников. – 6-е изд., перераб. И доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 527 с.

Б) Дополнительная литература :

1. Мерецкий А.М. Физическая химия. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов. М: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2015. 30 с.
2. Герасимов Я.И., Древинг В.П. и др. Курс физической химии. М.: Химия. 1969, т.1, 624 с.; 1973, т. 2, 623 с.
3. Фролов Ю.Г., Белик В.В. Физическая химия. М.: Химия, 1993. 464 с.
4. Вишняков А.В. Начальный курс физической химии. Химическая термодинамика. М.:МХТИ им. Д.И.Менделеева 2001. 157 с.
5. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2009. 479 с.
6. Кизим, Н. Ф. Физическая химия. Неравновесные явления в растворах электролитов и электрохимические системы: учебное пособие / Н. Ф. Кизим. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 272 с.
7. Электрохимия, кинетика и катализ. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов: учебное пособие / сост. А. М. Мерецкий. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 29 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:

1. Журнал физической химии. ISSN: 0044-4537.
<https://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/zhurnal-fizicheskoy-himii/>
2. Журнал «Химическая физика»
<http://j.chph.ru>
3. Журнал «Теоретические основы химической технологии»
<http://sciencejournals.ru/journal/toht/>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе Science Direct
<http://www.sciencedirect.com>.
- Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
- Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. <https://arxiv.org/>
- Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для освоения рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения дисциплины:

- видеозаписи интерактивных лекций – 32;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 320);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 850).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 химия*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ 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, оборудованная меловой доской и учебной мебелью.

Учебные лаборатория физико-химических методов анализа, лаборатория электрохимии, лаборатория спектروхимии, лаборатория термохимии и лаборатория кинетики оснащены необходимой лабораторной мебелью и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы): термостаты, плитки электрические, поляриметры, дифрактометр, эбуллиоскоп, криостаты, кондуктометры, рН-метры, бани водяные с подогревом, фотоколориметры, термометры термометры Бекмана, магнитные мешалки, стабилизатор напряжения, вольтметры, весы электронные, насосы вакуумные, манометр ртутный. рН-метр –милливольтметр рН-420, аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ», весы порционные AND HT-500, ионметр И-510, комплекс аппаратно-программный на базе газового хроматограф с пламенно-ионизационным детектором и детектором по теплопроводности «Хроматэк-Кристалл 5000», мешалка лабораторная верхнеприводная STEGLER MB-6, мешалка магнитная STEGLER YS подогревом, мешалка магнитная Таглер ММ - 135 бе– подогрева TAGLER, одноступенчатый вакуумный насос STEGLER 2VP-2, спектрофотометр однолучевой СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевого СФ-102 с разделением светового потока сканирующий, столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 STEGLER, сушилка для пробирок (тип 2) 0362В (полипропилен) STEGLER, титратор потенциометрический автоматический АТП-02, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202 ОАО «Смоленское СКТБ СПУ».

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации лекционного материала.

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.

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	5	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	5	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. Химическая термодинамика	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов.	Оценка за контрольную работу №1 и №2 Оценка за <i>экзамен в 4 семестре</i>
Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за <i>экзамен</i>

	экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов.	в 4 семестре
Раздел 5. Термодинамическая теория растворов	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен в 4 семестре

Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса. – термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов.	Оценка за <i>экзамен в 4 семестре</i>
Раздел 5. Растворы электролитов	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач.	Оценка за контрольную работу №4 Оценка за <i>экзамен в 5 семестре</i>

Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – теорию гальванических явлений. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; – навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции.	Оценка за контрольную работу №5 Оценка за экзамен в 5 семестре

Раздел 7. Химическая кинетика	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; – теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведенных опытов. – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции; – знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.	Оценка за контрольные работы №6 и №7 Оценка за <i>экзамен в 5 семестре</i>
Раздел 8. Катализ	<i>Знает:</i> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических	Оценка за <i>экзамен</i>

	характеристик процесса; – пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; – основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора. <i>Умеет:</i> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций. <i>Владеет:</i> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции; – знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.	в 5 семестре

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 специалитета, 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 специалитета, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Физическая химия»

основной образовательной программы
Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химия мономеров»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена д.т.н., профессором кафедры технологии переработки пластмасс
Осипчиком В.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедрой технологии переработки
пластмасс «__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитета (ФГОС ВО) для специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия мономеров» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана и рассчитана на изучение в 4 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области предшествующих общих дисциплин и дисциплин специализации.

Цель дисциплины – формирование у студентов знаний по химическим и физическим свойствам мономеров различной химической природы и строения и навыков, касающихся методов синтеза мономеров и получения полимеров на их основе.

Задача дисциплины – ознакомление с основными теоретическими представлениями о процессах синтеза мономеров, ознакомление с химическими и физическими свойствами мономеров, с возможностью регулирования свойств и строения полимеров.

Курс «Химия мономеров» читается в 4-м 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 «Химия мономеров» при подготовке студентов по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения.	ПК-3.1. Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения.
			ПК-3.2. Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса.
			ПК-3.3. Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы синтеза мономеров и исходных веществ для синтеза полимеров.
- химические и физические свойства мономеров;
- влияние химической природы и строения мономеров на свойства полимеров.

Уметь:

- составлять уравнения химических реакций, описывающие основные процессы синтеза и полимеризации мономеров;
- объяснять основные процессы синтеза и полимеризации мономеров различной химической природы и строения;
- применять теоретические знания для предсказания свойств и строения полимеров, синтезируемых из конкретных мономеров.

Владеть:

- современными представлениями химии мономеров;
- методами оценки эффективности конкретного способа получения мономеров;

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:	0,89	32	24
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
Вид итогового контроля:	зачёт 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.	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Мономеры для полимеров, получаемых по реакциям цепной полимеризации	54	8	8	38
1.1	Введение. Основные термины и определения: полимер, мономер, олигомер. Основные процессы образования макромолекул (цепные и ступенчатые).	8	1,5	1,5	5
1.2	Инициаторы и иницирующие системы. Инициирование радикальной и ионной полимеризации.	5,5	1	0,5	4
1.3	Виниловые мономеры. Способы формирования винильной группы.	6,5	1	1,5	4
1.3.1	Олефины, диены, основные способы их получения.	3	0,5	0,5	2
1.3.2	Полимеризация олефинов и диенов.	3,5	0,5	1	2
1.4	Галогенсодержащие мономеры. Полимеризация винилхлорида и других галогенсодержащих мономеров.	5,5	1	0,5	4
1.5	Стирол. Получение и полимеризация	5	0,5	0,5	4
1.6	Винилацетат. Синтез и полимеризация.	5	0,5	0,5	4
1.7	Производные (мет)акриловых кислот. Получение и полимеризация.	6	1	1	4
1.8	Мономеры для синтеза полиамидов по реакциям цепной полимеризации.	4	0,5	0,5	3
1.8.1	Получение и полимеризация ϵ -капролактама.	4	0,5	0,5	3
1.9	Мономеры для синтеза сложных полиэфиров по реакциям цепной полимеризации.	4	0,5	0,5	3
1.9.1	Получение и полимеризация лактонов	4	0,5	0,5	3
1.10	Мономеры для синтеза неорганических полимеров (на примере фосфазенов)	4,5	0,5	1	3
2.	Раздел 2. Мономеры для полимеров, получаемых по реакциям поликонденсации.	54	8	8	38
2.1	Мономеры для синтеза полиамидов.	12	2	2	8
2.1.1	Получение адипиновой кислоты, гексаметилендиамина.	6	1	1	4

2.1.2	Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.	3	0,5	0,5	2
2.1.3	Получение аминокислот.	3	0,5	0,5	2
2.2	Мономеры для синтеза сложных полиэфиров по реакциям поликонденсации.	12	2	2	8
2.2.1	Получение оксикислот.	12	2	2	8
2.3	Мономеры для синтеза полиуретанов.	9	1	1	7
2.3.1	Получение диизоцианатов	3	0,5	0,5	2
2.3.2	Синтез полиолов	2,5	-	0,5	2
2.3.3	Получение полиуретанов.	3,5	0,5	-	3
2.4.	Мономеры для получения фенолоформальдегидных и аминокформальдегидных смол.	12	2	2	8
2.5	Мономеры для синтеза элементоорганических полимеров (на примере силоксанов)	9	1	1	7
	ИТОГО	108	16	16	76

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Мономеры для полимеров, получаемых по реакциям цепной полимеризации.

Введение. Задачи и содержание курса «Химия мономеров». Связь данного курса с такими дисциплинами, как "Органическая химия" и "Химия высокомолекулярных соединений".

1.1. Основные термины и определения: полимер, мономер, олигомер. Основные процессы образования макромолекул (цепные и ступенчатые). Мономерное, составное и составное повторяющееся звено. Мономеры, способные к цепным и ступенчатым процессам, их особенности.

1.2. Инициаторы и иницирующие системы. Иницирование радикальной и ионной полимеризации.

Перекисные и диазо-соединения как инициаторы радикальной полимеризации. Кислоты, кислоты Льюиса, комплексные соединения в иницировании ионной полимеризации.

1.3. Виниловые мономеры. Способы формирования винильной группы.

1.3.1. Олефины, диены, основные способы их получения.

Получение этилена, пропилена, бутенов и их химические и физические свойства. Методы органической химии в получении олефинов: дегидрирование спиртов, дегалогенирование и дегидрогалогенирование галогенпроизводных. 1,3-бутадиен, методы его получения: по Лебедеву, Остромысленскому и др. Современные методы получения бутадиена: каталитическое дегидрирование бутана и бутенов.

1.3.2. Полимеризация олефинов и диенов.

Полимеризация этилена, полиэтилен высокого и низкого давления. Полимеризация пропилена, бутенов и 1,3-бутадиена. Полимеризация данных мономеров по радикальному, ионному и ионно-координационному механизму. Образование 1,2-, 1,4-цис и 1,4-транс-звеньев в процессе полимеризации сопряженных диенов. Вулканизация полибутадиена.

1.4. Галогенсодержащие мономеры. Полимеризация винилхлорида и других галогенсодержащих мономеров.

Винилхлорид, способы его получения (лабораторные и промышленные). Полимеризация винилхлорида (радикальная и анионная). Другие галогенсодержащие мономеры: винилиденхлорид, аллилхлорид, хлоропрен. Фторсодержащие мономеры: тетрафторэтилен, винилиденфторид.

1.5. Стирол. Получение и полимеризация

Получение стирола: дегидрированием и окислением этилбензола. Метатезис стилибена. Полимеризация стирола по радикальному механизму.

1.6. Винацетат. Синтез и полимеризация.

Нуклеофильное присоединение уксусной кислоты к ацетилену. Реакция уксусной кислоты с этиленом и кислородом. Полимеризация по радикальному механизму.

1.7. Производные (мет)акриловых кислот. Получение и полимеризация.

Акриловая кислота и ее производные: акрилонитрил, акриламид и эфиры. Метакриловая кислота и ее производные: акрилонитрил, акриламид и эфиры. Циангидринный и другие методы для получения производные (мет)акриловых кислот. Полимеризация (мет)акриловых соединений.

1.8. Мономеры для синтеза полиамидов по реакциям цепной полимеризации.

Лактамы, их строение, реакционная способность и получение. Внутримолекулярная циклизация аминокислот и их эфиров. Реакция Шмидта.

1.8.1. Получение и полимеризация ϵ -капролактама.

Получение ϵ -капролактама из фенола (с перегруппировкой Бекмана). Катионная и анионная полимеризация лактамов на примере ϵ -капролактама.

1.9. Мономеры для синтеза сложных полиэфиров по реакциям цепной полимеризации.

Лактоны, их строение и реакционная способность.

1.9.1. Получение и полимеризация лактонов

Получение лактонов: из гидроксикислот, из галогенпроизводных кислот. Метод ДЦГК в синтезе лактонов. Катионная и анионная полимеризация лактонов.

1.10. Мономеры для синтеза неорганических полимеров (на примере фосфазенов).

Полимеризация гексахлорциклотри- и октохлорциклотетрафосфазенов. Олиго- и полифосфазены.

Раздел 2. Мономеры для полимеров, получаемых по реакциям поликонденсации.

Мономеры для гомо- и сополиконденсации. Мономеры для синтеза полиамидов, полиуретанов, полимочевин, сложных полиэфиров и поликарбонатов (обзор).

2.1. Мономеры для синтеза полиамидов.

Дикарбоновые кислоты (ароматические и алифатические). Диамины. Аминокислоты.

2.1.1. Получение адипиновой кислоты, гексаметилендиамина.

Получение адипиновой кислоты из ТГФ и циклогексана. Получение гексаметилендиамина из динитрила адипиновой кислоты. Получение динитрилов. Получение других диаминов (ароматических).

2.1.2. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиаминном.

Взаимодействие дикарбоновых кислот с диаминами на примере адипиновой кислоты и гексаметилендиамина. Нейлон-6,6.

2.1.3. Получение аминокислот.

Олигомеризация (теломеризация) этилена с четыреххлористым углеродом. Замещение хлора на NH_2 -группу в хлорпроизводных карбоновых кислот. Строение и свойства α -аминокислот.

2.2. Мономеры для синтеза сложных полиэфиров по реакциям поликонденсации.

Равновесная и неравновесная поликонденсация.

2.2.1. Получение оксикислот.

Гидролиз лактонов. Восстановление альдегидо- и кетокислот. Взаимодействие реактива Гриньяра с альдегидо- и кетокислотами. Использование галогенпроизводных карбоновых кислот.

2.3. Мономеры для синтеза полиуретанов.

2.3.1. Получение диизоцианатов

Фосгенирование диаминов. Перегруппировки Курциуса, Гофмана, Лоссена в синтезе изоцианатов.

2.3.2. Синтез полиолов

Получение этиленгликоля из этиленоксида и этилена. Получение бутандиола-1,4 из ацетилен и пропилен. Получение глицерина из пропилен.

2.3.3 Получение полиуретанов

Взаимодействие диизоцианатов с полиолами.

2.4. Мономеры для получения фенолоформальдегидных и аминокформальдегидных смол.

Получение альдегидов и фенолов, их взаимодействие. Новолачные и резольные смолы.

Синтез мочевины, меламина, их взаимодействие с альдегидами.

2.5 Мономеры для синтеза элементоорганических полимеров (на примере силоксанов)

Силанолы, их получение и свойства. Образование силоксанов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	Знать:			
1	методы синтеза мономеров и исходных веществ для синтеза полимеров.;		+	+
2	химические и физические свойства мономеров;		+	+
3	влияние химической природы и строения мономеров на свойства полимеров.		+	+
	Уметь:			
4	составлять уравнения химических реакций, описывающие основные процессы синтеза и полимеризации мономеров;		+	+
5	объяснять основные процессы синтеза и полимеризации мономеров различной химической природы и строения;		+	+
6	применять теоретические знания для предсказания свойств и строения полимеров, синтезируемых из конкретных мономеров.		+	+
	Владеть:			
7	современными представлениями химии мономеров;		+	+
8	методами оценки эффективности конкретного способа получения мономеров;		+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения:</i>			
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
10	ПК-3. Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения.	ПК-3.1. Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения.	+	+
11		ПК-3.2. Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса.	+	+
12		ПК-3.3. Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Введение в дисциплину. Основные термины и определения. Классификация мономеров. Особенности строения полимеров. Цепные и ступенчатые процессы образования макромолекул. Инициирование полимеризации.	2
2	1	Практическое занятие 2. Виниловые мономеры. Олефины, диены, основные способы их получения. Полимеризация олефинов и диенов. Галогенсодержащие мономеры (хлор- и фторсодержащие). Полимеризация винилхлорида и других галогенсодержащих мономеров.	2
3	1	Практическое занятие 3. Краткое описание. Получение и полимеризация стирола, винилацетата, акриловых и метакриловых мономеров.	2
4	1	Практическое занятие 4. Циклические олигомеры (на примере лактонов и лактамов). Образование сложных полиэфиров и полиамидов. Полимеризация ϵ -капролактама. Образование неорганических полимеров. Полимеризация циклофосфазенов	2
5	2	Практическое занятие 5. Синтез полиамидов по реакциям поликонденсации. Аминокислоты, дикарбоновые кислоты, диамины как исходные соединения для синтеза полиамидов. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином. Нейлон-6,6	2
6	2	Практическое занятие 6. Синтез сложных полиэфиров по реакциям поликонденсации. дикарбоновые кислоты, диолы, оксикислоты как исходные соединения для синтеза сложных полиэфиров.	2
7	2	Практическое занятие 7. Получение фенолоформальдегидных и аминокформальдегидных смол. Взаимодействие альдегидов с фенолами. Новолаки, резола, условия их образования. Синтез мочевины, меламина, их взаимодействие с альдегидами.	2
8	2	Практическое занятие 8. Синтез полиуретанов. Методы органической химии для получения изоцианатов. Многоатомные спирты, их взаимодействие с изоцианатами. Кремнийорганические соединения. Поли- и олигосилоксаны. Поликонденсация силанолов как способ получения кремнийорганических полимеров.	2
Итого			16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Химия мономеров» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 76 ч в 4 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой (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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Переработка нефти как источники базового сырья для синтеза мономеров.
2. Переработка угля и газов как источники базового сырья для синтеза мономеров.
3. Переработка растительного возобновляемого сырья как источник базового сырья для синтеза мономеров.
4. Инициирование ионной и ионно-координационной полимеризации.
5. Радикальная полимеризация.
6. Ионная полимеризация.
7. Ионно-координационная полимеризация.
8. Цепная сополимеризация.
9. Реакции обрыва цепи при радикальной полимеризации.
10. Виниловые мономеры с гетероциклическими заместителями.
11. Виниловые мономеры с ароматическими заместителями.
12. Циклические олефины
13. Акриловые олигомеры. Олигокарбонат(мет)акрилаты.
14. Мономеры для синтеза простых виниловых эфиров.
15. Полимеризация альдегидов.
16. Полимеризация нитрилов по $-C\equiv N$ -связи
17. Мономеры для синтеза простых полиэфиров.
18. Цепная полимеризация изоцианатов.
19. Реакции передачи цепи при радикальной полимеризации.
20. Мономеры, способные к образованию сетчатых структур (обзор).
21. Мономеры, способные к образованию циклов в основной цепи полимера.
22. Мономеры, содержащие две и более ненасыщенных связей.
23. Циклические мономеры (обзор).
24. Получение и полимеризация оксиранов.
25. Синтез и свойства эпоксидных олигомеров.
26. Полимеризация эпоксидных соединений.
27. Влияние напряжения на реакционную способность циклических мономеров.
28. Мономеры для синтеза ненасыщенных полиэфиров.
29. Мономеры для синтеза полиимидов
30. Мономеры для синтеза олиго- и полипептидов
31. Металлосодержащие и неорганические мономеры
32. Мономеры для синтеза полиаминокислот N-карбоксиангидридным методом.
33. Синтез олиго- и полипептидов дициклогексилкарбодиимидным методом.
34. Синтез полиаминокислот методом активированных эфиров.
35. Оксисукцинимидный метод в синтезе олиго- и полипептидов.
36. Побочные реакции в ступенчатых процессах образования макромолекул.
37. Мономеры, вступающие как в цепные, так и в ступенчатые процессы образования макромолекул.
38. Супрамолекулярные полимеры (обзор).
39. Строение супрамолекулярных полимеров
40. Мономеры для получения супрамолекулярных полимеров.

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 контрольные работы 1 и 2 (4 семестр) составляет по 10 баллов за каждую

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

Вопрос 1.1.

1. Мономер, олигомер, полимер.
2. Мономерное, составное и составное повторяющееся звено.
3. Цепные процессы образования макромолекул.
4. Ступенчатые процессы образования макромолекул.
5. Мономеры, способные к цепной полимеризации.
6. Мономеры, способные к ступенчатой полимеризации.
7. Инициирование радикальной полимеризации.
8. Инициирование ионной полимеризации.
9. Получение олефинов (лабораторные методы).
10. Получение олефинов (промышленные методы).
11. Радикальная полимеризация олефинов.
12. Ионная полимеризация олефинов.
13. Получение бутадиена.
14. Полимеризация сопряженных диенов.
15. Синтез и свойства винилхлорида.
16. Синтез и свойства аллилхлорида.
17. Синтез и свойства винилиденхлорида.
18. Синтез и свойства хлоропрена.

Вопрос 1.2.

1. Синтез и свойства тетрафторэтилена.
2. Синтез и свойства винилиденфторида.
3. Синтез и свойства акриловой кислоты.
4. Синтез и свойства акрилонитрила.
5. Синтез и свойства акриламида.
6. Синтез и свойства эфиров акриловой кислоты.
7. Метакриловые мономеры (получение и полимеризация).
8. Синтез и свойства метакриловой кислоты.
9. Синтез и свойства эфиров метакриловой кислоты.
10. Стирол. Получение и полимеризация.
11. Винацетат. Синтез и полимеризация.
12. Лактамы, их строение, получение и свойства.
13. Лактоны, их строение, получение и свойства.
14. Катионная полимеризация ϵ -капролактама.
15. Анионная полимеризация ϵ -капролактама.
16. Лактоны, их строение, получение и полимеризация.
17. Фосфазеновые мономеры и олигомеры.
18. Полимеризация циклофосфазенов.

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

Вопрос 2.1.

1. Синтез полиамидов.
2. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.
3. Синтез и свойства алифатических дикарбоновых кислот.
4. Синтез и свойства ароматических дикарбоновых кислот.
5. Адипиновая кислота. Полимеры и олигомеры на ее основе.

6. Синтез и свойства алифатических диаминов.
7. Синтез и свойства гексаметилендиамина.
8. Ароматические диамины.
9. Синтез и свойства аминокислот.
10. Реакции теломеризации в синтезе мономеров.
11. Строение и свойства α -аминокислот.
12. Синтез сложных полиэфиров по реакциям поликонденсации (из дикарбоновых кислот и диолов).
13. Равновесная и неравновесная поликонденсация.
14. Синтез сложных полиэфиров с использованием дихлорангидридов дикарбоновых кислот.
15. Синтез сложных полиэфиров с использованием диэфиров дикарбоновых кислот.
16. Получение оксикислот.
17. Синтез сложных полиэфиров из оксикислот.

Вопрос 2.2.

1. Синтез полиуретанов.
2. Получение диизоцианатов фосгенированием диаминов.
3. Перегруппировки Курциуса, Гофмана, Лоссена в синтезе изоцианатов.
4. Свойства диизоцианатов. Полимеры на их основе.
5. Синтез полиолов.
6. Синтез фенолов и альдегидов.
7. Взаимодействие фенолов с альдегидами.
8. Образование новولاков и резолов.
9. Мономеры для получения аминокформальдегидных смол.
10. Взаимодействие мочевины с альдегидами.
11. Взаимодействие меламина с альдегидами.
12. Мономеры для синтеза элементоорганических полимеров.
13. Мономеры для синтеза силоксанов.
14. Силанолы, их получение и свойства.
15. Поликонденсация мономеров, содержащих три и более функциональных групп.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.
 Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Мономер, олигомер, полимер.
2. Мономерное, составное и составное повторяющееся звено.
3. Регулярные и нерегулярные полимеры, их образование и строение.
4. Процессы образования макромолекул (цепные и ступенчатые).
5. Мономеры, способные к цепной полимеризации.
6. Мономеры, способные к ступенчатой полимеризации.
7. Инициирование и рост цепи при радикальной полимеризации.

8. Перекиси, гидроперекиси, diaзосоединения как инициаторы радикальной полимеризации.
9. Инициирование и рост цепи при катионной полимеризации.
10. Кислоты, кислоты Льюиса как инициаторы катионной полимеризации.
11. Инициирование и рост цепи при анионной полимеризации.
12. Щелочные металлы, литийорганические соединения, амины как инициаторы анионной полимеризации.
13. Получение и полимеризация олефинов.
14. Способы формирования винильной группы.
15. Получение и полимеризация бутадиена.
16. Продукты нефтехимического синтеза как исходные соединения для получения олефинов и диенов.
17. Хлорсодержащие мономеры, их получение и полимеризация.
18. Фторсодержащие мономеры, их получение и полимеризация.
19. Акриловые мономеры (получение и полимеризация).
20. Метакриловые мономеры (получение и полимеризация).
21. Стирол. Получение и полимеризация.
22. Винацетат. Синтез и полимеризация.
23. Лактамы, их строение, получение и полимеризация. ϵ -капролактам.
24. Лактоны, их строение, получение и полимеризация.
25. Мономеры для синтеза поли- и олигофосфазенов.
26. Синтез полиамидов. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.
27. Дикарбоновые кислоты (ароматические и алифатические).
28. Адипиновая кислота и полимеры на ее основе.
29. Диамины. Гексаметилендиамин. Алифатические и ароматические диамины.
30. Аминокислоты.
31. Синтез сложных полиэфиров по реакциям поликонденсации.
32. Равновесная и неравновесная поликонденсация в синтезе сложных полиэфиров.
33. Получение оксикислот.
34. Получение диизоцианатов. Синтез полиуретанов.
35. Синтез полиолов. Этиленгликоль. Глицерин.
36. Поликонденсация мономеров, содержащих три и более функциональных групп.
37. Мономеры для получения фенолоформальдегидных смол.
38. Мономеры для получения аминокформальдегидных смол.
39. Элементоорганические полимеры. Силоксаны.
40. Силанолы, их получение и свойства.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5842> (дата обращения: 20.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Синтез и переработка полиолефинов: учеб. пособие / Н. В. Костромина, Ю. В. Олихова, М. А. Ванцян, В. С. Осипчик, В. М. Аристов. — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. — 164 с.

Б. Дополнительная литература

1. Осипчик В.С., Костромина Н.В., Олихова Ю.В., Мжачих Е.И. Технология производства полиолефинов: учебно-методическое пособие — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. — 68 с.

2. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01322-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450286>

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

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 .](#)
- [Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996.](#)

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.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. 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 «Химия мономеров» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитории для лекционных, семинарских занятий, консультаций и самостоятельной работы (оснащённость: столы, стулья, доска, переносной ноутбук, переносной проектор), компьютерный класс кафедры технологии переработки пластмасс (оснащённость: столы, стулья, стационарные компьютеры, принтеры и сканеры). Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики, схемы, и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран;; WEB-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; методические рекомендации к лабораторным занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
3	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0
5	Неисключительная	Контракт № 28-	657 лицензий для	12 месяцев

	лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	35ЭА/2020 от 26.05.2020	профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
8	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

	Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред			версию продукта)
9	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
10	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 11.05.2023 № 19-343К/2023	не ограничено, лимит проверок 10000	19.05.2024

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Мономеры для полимеров, получаемых по реакциям цепной полимеризации.	<i>Знает:</i> – методы синтеза, химические и физические свойства олефинов, диенов, стирола, производных акриловой и метакриловой кислот – влияние химической природы и строения мономеров на свойства полимеров. <i>Умеет:</i> – составлять уравнения химических реакций, описывающие основные процессы синтеза и полимеризации мономеров, – объяснять основные процессы синтеза и полимеризации мономеров различной химической природы и строения, – применять теоретические знания для предсказания свойств и строения полимеров, синтезируемых из конкретных мономеров. <i>Владеет:</i> – современными представлениями химии мономеров методами оценки эффективности конкретного способа получения мономеров.	Оценка за контрольную работу №1 (4 семестр) Оценка за зачет с оценкой (4 семестр)
Раздел 2. Мономеры для полимеров, получаемых по реакциям поликонденсации.	<i>Знает:</i> – методы синтеза, химические и физические свойства дикарбоновых кислот, диаминов, аминокислот, полиолов, оксикислот, диизоцианатов, альдегидов, фенолов, – влияние химической природы и строения мономеров на свойства полимеров. <i>Умеет:</i> – составлять уравнения химических реакций, описывающие основные процессы синтеза и полимеризации дикарбоновых кислот, диаминов, аминокислот, полиолов, оксикислот, диизоцианатов, альдегидов, фенолов. – объяснять основные процессы синтеза и полимеризации мономеров различной химической природы и строения, – применять теоретические знания для предсказания свойств и строения	Оценка за контрольную работу №2 (4 семестр) Оценка за зачет с оценкой (4 семестр)

	полимеров, синтезируемых из конкретных мономеров. <i>Владеет:</i> – современными представлениями химии мономеров, методами оценки эффективности конкретного способа получения дикарбоновых кислот, диаминов, аминокислот, полиолов, оксикислот, диизоцианатов, альдегидов, фенолов.	

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
«Химия мономеров»**

основной образовательной программы
Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химия и физика полимеров»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом И.С. Сиротиним; к.х.н., доцентом Н.В. Костроминой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии переработки пластмасс.

«__» _____ 20__ г., протокол № __.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями. Самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта высшего образования (СУОС ВО) – специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов. Программа рассчитана на изучение курса в течение 1 семестра. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии и физики.

Цель дисциплины – изучение особенностей молекулярной и надмолекулярной структуры и состояния полимеров в широком диапазоне температур, определяющих специфические свойства полимеров и полимерных материалов, влияющих на процессы их переработки и эксплуатации; изучение основных путей управления свойствами полимеров и процессами их переработки с учётом физико-химических процессов, которые их сопровождают.

Задачи дисциплины:

- формирование понимания обучающимися научных основ, методов синтеза, кинетики и технических приемов получения полимеров.
- ознакомление обучающихся с особенностями физико-химической структуры полимеров и ее влиянием на эксплуатационные свойства.
- развитие у обучающихся понимания причинно-следственной взаимосвязи способа синтеза полимеров с их структурой и основными свойствами.

Дисциплина «*Химия и физика полимеров*» преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе. Итоговый контроль проводится в форме зачета.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Физика и физическая химия полимеров» при подготовке специалистов по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** направлено на приобретение следующих компетенций:

- Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов; современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании (ОПКС-2);

- Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, применять современные методы исследования (ПКСо-1).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- теоретические основы, аналитические и численные методы, базовые положения методов исследования и методов испытаний, применяемых при исследовании, расчете и проектировании технологических машин и оборудования;

- основные методы обработки полученных результатов в профессиональной сфере;

- современные методы математического моделирования для решения профессиональных задач в области исследования и проектирования технологических машин и оборудования.

Уметь:

- ставить задачи, планировать и проводить исследования, применяемые при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты;

- осуществлять обоснование, планирование и проведение испытаний при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты;

- использовать методы математического моделирования процессов при решении задач исследования и проектирования технологических машин и оборудования.

Владеть:

- навыками применения современных методов научного исследования, а также оценки и представления результатов выполненной работы;

- навыками применения современных методов испытаний, а также оценки и представления результатов выполненной работы;

- методикой математического моделирования для решения задач исследования, расчета и проектирования технологических машин и оборудования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)		-	-
Самостоятельная работа	2,05	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,05	17	12,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		57	42,75
Виды контроля:	Зачет		

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. Отличительные особенности высокомолекулярных соединений. Цепные процессы синтеза полимеров.	36	6	6	-	24
1.1	Ведение. Классификация полимеров. Их основные отличия от низкомолекулярных соединений. Молекулярная масса и полидисперсность.	12	2	2	-	8
1.2	Синтез полимеров. Радикальная полимеризация. Радикальная сополимеризация	12	2	2	-	8
1.3	Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация	12	2	2	-	8
2.	Раздел 2. Ступенчатые процессы синтеза. Полимераналогичные реакции	35	6	5	-	24
2.1	Поликонденсация. Химические свойства и химические превращения полимеров	13	2	3	-	8
2.2	Химическая модификация полимеров	11	2	1	-	8
2.3	Сшивание полимеров	11	2	1		8
3.	Раздел 3. Растворы полимеров. Пластификация. Смеси полимеров	37	5	6	-	26
3.1	Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Надмолекулярная структура полимеров. Физические состояния полимеров.	11	3	2	-	6
3.2	Физические и фазовые переходы в полимерах	13	1	2	-	10
3.3	Особенности полимеров в различных физических и фазовых состояниях	13	1	2	-	10
	ИТОГО	108	17	17	-	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Отличительные особенности высокомолекулярных соединений. Цепные процессы синтеза полимеров

1.1. Введение. Классификация полимеров. Их основные отличия от низкомолекулярных соединений. Молекулярная масса и полидисперсность

Классификация с точки зрения пространственного положения атомов в макромолекуле. Классификация с точки зрения химического состава макромолекул. Классификация по источникам происхождения. Специфика строения и полимерного состояния вещества. Структурные превращения в мономерах и макромолекулах. Гибкость макромолекул. Блочные полимеры. Способы усреднения молекулярной массы. Типичные кривые полидисперсности.

1.2. Синтез полимеров. Радикальная полимеризация. Радикальная сополимеризация

Способность мономеров к полимеризации. Общие положения радикальной полимеризации. Инициирование. Стадия роста цепи. Обрыв цепи. Передача кинетической цепи. Вывод кинетических уравнений скорости полимеризации и степени полимеризации. Ингибиторы радикальной полимеризации. Влияние основных факторов на процесс полимеризации винильных соединений. Строение и реакционная способность алкенов в радикальной полимеризации. Эмпирический подход к оценке параметров реакционной способности винильных мономеров в радикальной полимеризации. Способы проведения радикальной полимеризации. Сополимеризация мономеров. Вывод уравнения состава сополимера. Методы определения констант сополимеризации. Радикальная сополимеризация. Реакционная способность мономеров в сополимеризации

1.3. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация

Инициирование катионной полимеризации. Рост цепи. Обрыв цепи. Передача цепи. Вывод уравнения скорости катионной полимеризации и степени полимеризации. Влияние различных факторов на скорость полимеризации и молекулярную массу. Реакционная способность винильных мономеров в катионной полимеризации. Анионная полимеризация. Инициирование. Рост цепи. Обрыв цепи. Кинетика анионной полимеризации. Влияние различных факторов на анионную полимеризацию. Реакционная способность алкенов в анионной полимеризации. Анионно-координационная полимеризация. Общие положения. Катализаторы Циглера – Натта. Области применения катализаторов Циглера – Натта. π -Аллильные комплексы переходных металлов. Оксидно-металлические катализаторы.

Раздел 2. Ступенчатые процессы синтеза. Полимераналогичные реакции

2.1. Поликонденсация. Химические свойства и химические превращения полимеров

Поликонденсация. Общие положения. Стадии поликонденсационных процессов. Специфика строения мономеров (реакционные центры, функциональные группы и функциональность), промежуточных соединений и реакций роста макромолекул в ступенчатых процессах. Разновидности ступенчатых реакций. Линейная поликонденсация, ее виды, закономерности протекания. Характеристика мономеров, реакционная способность мономеров и олигомеров. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Особенности протекания, кинетика, скорость, энергетика, глубина завершенности процесса, Стадии поликонденсационных процессов. Влияние факторов на скорость и молекулярную массу полимеров при поликонденсации. Побочные процессы при поликонденсации. Трехмерная поликонденсация и ее особенности. Мономеры для трехмерной поликонденсации. Стадии процесса и свойства продуктов поликонденсации на разных стадиях. Гелеобразование как признак трехмерной поликонденсации, Специфическое влияние факторов на скорость процессов и свойства получаемых полимеров. Кинетика поликонденсации. Влияние различных факторов на скорость процесса и молекулярную массу полимера. Способы проведения поликонденсации. Общая характеристика и классификация химических реакций полимеров. Реакции с участием боковых групп макромолекул. Реакции полимераналогичных превращений и внутримолекулярные реакции; их особенности и практическое значение.

2.2. Химическая модификация полимеров

Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации. Реакции в цепях полимеров, приводящие к уменьшению молекулярной массы. Реакции деструкции как основная причина

старения полимеров. Окислительная, термическая, фотохимическая, радиационная и механодеструкции. Стабилизация полимеров, типы и механизм действия применяемых стабилизаторов.

2.3. Сшивание полимеров

Реакции разветвления и сшивания. Особенности протекания реакций в отсутствие и присутствии компонентов отверждающих систем. Практическое применение данных реакций. Реакция структурирования макромолекул: вулканизация, отверждение, радиационная, несерная вулканизация. Серная вулканизация. Механизм. Отверждение. Отвердители. Стадии отверждения. Точка гелеобразования. Жизнеспособность. Кинетика отверждения. Структурные параметры сетки химических связей.

Раздел 3. Строение и структура высокомолекулярных соединений

3.1. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Надмолекулярная структура полимеров. Физические состояния полимеров.

Структура макромолекулы. Конфигурация макромолекул. Конформация макромолекул. Гибкость цепи полимеров. Природа гибкости макромолекул. Тепловое движение макромолекул. Сегменты цепи. Факторы, определяющие кинетическую гибкость цепи. Составные компоненты структуры полимеров: природа и структура отдельных макромолекул, надмолекулярная структура полимеров. Структура отдельных макромолекул. Химическая природа макромолекул. Конфигурация полимеров: на уровне звена, присоединения звеньев, на уровне цепи. Конформация макромолекул: на уровне звена, присоединения звеньев, на уровне цепи. Молекулярная масса и полидисперсность полимеров. Структурная и стереоизомерия. Фазовые состояния полимера: кристаллическое и аморфное. Физическое состояние полимера и температура переходов из одного состояния в другое.

3.2. Физические и фазовые переходы в полимерах.

Измерение деформации полимера в зависимости от температуры. Термомеханические кривые аморфных полимеров. Область стеклообразного состояния. Область высокоэластического состояния. Область вязкотекучего состояния. Термомеханические кривые полимеров с различной молекулярной массой. Термомеханические кривые ряда линейных полимергомологов. Термомеханическая кривая сшитого аморфного полимера. Термомеханические кривые кристаллических полимеров.

3.3 Особенности полимеров в различных физических и фазовых состояниях

Сущность и природа кристаллического, высокоэластического и вязко-текучего физических состояний кристаллических полимеров. Температуры перехода и факторы, влияющие на переход из одного физического состояния в другое. Явление и характеристики хрупкости.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- теоретические основы, аналитические и численные методы, базовые положения методов исследования и методов испытаний, применяемых при исследовании, расчете и проектировании технологических машин и оборудования	+	+	+
2	- основные методы обработки полученных результатов в профессиональной сфере	+	+	+
3	- современные методы математического моделирования для решения профессиональных задач в области исследования и проектирования технологических машин и оборудования	+	+	+
	Уметь:			
4	- ставить задачи, планировать и проводить исследования, применяемые при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты	+	+	+
5	- осуществлять обоснование, планирование и проведение испытаний при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты	+	+	+
6	- использовать методы математического моделирования процессов при решении задач исследования и проектирования технологических машин и оборудования	+	+	+
	Владеть:			
7	- навыками применения современных методов научного исследования, а также оценки и представления результатов выполненной работы	+	+	+
8	- навыками применения современных методов испытаний, а также оценки и представления результатов выполненной работы	+	+	+
9	- методикой математического моделирования для решения задач исследования, расчета и проектирования технологических машин и оборудования.	+	+	+

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	Средние значения молекулярной массы полимеров. Среднемассовая, среднечисловая, средневязкостная. Кривые молекулярно-массового распределения.	2
2	1	Получение синтетических полимеров методом полимеризации. Исходные мономеры. Цепная полимеризация, механизм реакции. Радикальная полимеризация. Способы инициирования реакции. Реакция обрыва цепи, ингибиторы. Способы проведения радикальной полимеризации	2
3	1	Ионная полимеризация, катализаторы катионной и анионной полимеризации. Способы проведения ионной полимеризации. Катализаторы Циглера-Натта	2
4	2	Получение синтетических полимеров методом поликонденсации. Основные типы реакций поликонденсации. Влияние строения и функциональности исходных мономеров на структуру и свойства полимеров.	3
5	2	Классификация химических реакций полимеров. Полимераналогичные превращения. Макромолекулярные реакции. Реакции концевых групп. Реакции деструкции. Физическая, химическая и биологическая деструкции. Механическая, термическая, фотохимическая и радиационная деструкция. Окислительная деструкция. Старение и стабилизация полимеров.	1
6	2	Реакции сшивания макромолекул, вулканизация каучуков и отверждение олигомеров и полимеров.	1
7	3	Пространственная форма. Конформационные превращения и гибкость макромолекул. Межмолекулярные взаимодействия в полимерах. Особенности агрегатных и фазовых состояний полимеров. Надмолекулярная структура полимеров.	2
8	3	Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Пластичные и фибриллярные механизмы кристаллизации полимеров	2
9	3	Физическое состояние полимеров: стеклообразное; высокоэластическое; вязкотекучее. Надмолекулярные структуры и их влияние на физические и механические свойства полимеров.	2
	Итого		17

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Химия и физика полимеров» 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, 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 зачёта 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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Примерный перечень тем для выступлений на семинарах:

1. Пластмассы и эластомеры. Подобие и различия.
2. Сравнительная характеристика стеклообразного и высокоэластичного состояния полимеров.
3. Сравнительная характеристика аморфных и кристаллических полимеров.
4. Влияние химической структуры полимеров на их эксплуатационные свойства.
5. Сравнительная характеристика полимеризации и поликонденсации.
6. Сравнительная характеристика полимеров, полученных полимеризацией и поликонденсацией.
7. Сравнительная характеристика полимеров, полученных радикальной и ионной полимеризацией.
8. Вулканизация, суть, назначение.
9. Отверждение, суть, назначение.
10. Температура стеклования и эксплуатационные характеристики полимеров.
11. Температура хрупкости и эксплуатационные свойства полимеров.
12. Особенности физико-механических свойств полимеров.
13. Особенности деформационно-прочностных свойств полимеров.
14. Фазовая (надмолекулярная) структура полимеров.
15. Фазовые, агрегатные и физические свойства полимеров, их характеристика.
16. Релаксационные процессы в полимерах. Принцип температурно- временной суперпозиции.
17. Растворы и коллоидные системы полимеров, образование, особенности, виды, свойства.
18. Влияние структуры полимера на его прочность.
19. Защита полимеров от старения.
20. Строение аморфного полимерного тела и его модели. Примеры аморфных полимеров.
21. Модели кристаллического полимера. Типы кристаллических структур.
22. Блок-сополимеры и привитые сополимеры.
23. Классификация с точки зрения химического состава макромолекул
24. Специфика строения и полимерного состояния вещества
25. Структурные превращения в мономерах и макромолекулах
26. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия.
27. Защита полимеров от старения.
28. Строение аморфного полимерного тела и его модели. Примеры аморфных полимеров.
29. Модели кристаллического полимера. Типы кристаллических структур.
30. Блок-сополимеры и привитые сополимеры.
31. Классификация с точки зрения химического состава макромолекул
32. Специфика строения и полимерного состояния вещества
33. Структурные превращения в мономерах и макромолекулах
34. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия.
35. Вязкость растворов полимеров.
36. Методы определения молекулярных характеристик полимеров.
37. Химические свойства и химические превращения полимеров.
38. Сшивание полимеров.
39. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно - химического модифицирования полимерных материалов и изделий.
40. Прочность полимеров. Методы механических испытаний полимерных материалов.
41. Методы исследования структуры полимеров.
42. Динамический механический анализ, как метод изучения фазовых переходов.
43. Термомеханический метод исследования.

44. Высокоэластическое состояние полимеров.
45. Вязкотекучее состояние полимеров.
46. Кристаллизация полимеров.
47. Надмолекулярная структура полимеров. Физические состояния полимеров.
48. Степень и кинетика набухания сетчатых полимеров.
49. Влияние структуры полимера на его прочность.
50. Защита полимеров от старения.
51. Строение аморфного полимерного тела и его модели. Примеры аморфных полимеров.
52. Модели кристаллического полимера. Типы кристаллических структур.
53. Блок-сополимеры и привитые сополимеры.
54. Классификация с точки зрения химического состава макромолекул
55. Специфика строения и полимерного состояния вещества
56. Структурные превращения в мономерах и макромолекулах
57. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия.
58. Вязкость растворов полимеров.
59. Методы определения молекулярных характеристик полимеров.
60. Химические свойства и химические превращения полимеров.
61. Сшивание полимеров.
62. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно - химического модифицирования полимерных материалов и изделий.
63. Прочность полимеров. Методы механических испытаний полимерных материалов.
64. Методы исследования структуры полимеров.
65. Динамический механический анализ, как метод изучения фазовых переходов.
66. Термомеханический метод исследования.
67. Высокоэластическое состояние полимеров.
68. Вязкотекучее состояние полимеров.
69. Кристаллизация полимеров.
70. Надмолекулярная структура полимеров. Физические состояния полимеров.
71. Степень и кинетика набухания сетчатых полимеров.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (одна контрольная работа по разделу 1, одна контрольная работа по разделу 2, одна контрольная работа по разделу 3. Максимальная оценка за контрольные работы 20 баллов за каждую. На доклад отводится 40 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка - 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Полимеры и олигомеры: определения, различия.
2. Дать определения молекулярной массы и молекулярно-массового распределения.
3. Дайте определения понятиям мономер, полимер, элементарное звено и степень полимеризации.
4. Каким образом строение макромолекул влияет на свойства сополимера?
5. Каким образом полимеры можно классифицировать на группы по таким признакам, как регулярность макромолекул?
6. Какие вы знаете признаки классификации высокомолекулярных соединений?
7. Классификация полимеров по величине молекулярной массы.
8. Какие вам известны методы усреднения молекулярной массы полимеров? Приведите выражения для расчета среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы.
9. Охарактеризуйте понятие полидисперсность. Каким образом полидисперсность влияет на свойства высокомолекулярных соединений?
10. Какие вам известны виды кривых молекулярно-массового распределения полимеров?
11. Объясните такие понятия как конфигурация и конформация макромолекулы.

12. Дать определение степени полимеризации.
13. Термическое инициирование радикальной полимеризации.
14. Фотохимическое, радиационное и химическое инициирование радикальной полимеризации.
15. Какие вам известны элементарные стадии процесса радикальной полимеризации?
16. Какие вы знаете способы инициирования процессов радикальной полимеризации?
17. Каким образом процессы радикальной полимеризации могут ингибироваться или замедляться? Приведите примеры типичных ингибиторов.
18. Приведите общую схему стадии роста цепи при радикальной полимеризации.

Вопрос 1.2.

1. Какие факторы влияют на активность мономера в процессах полимеризации?
2. Каким образом температура и давление влияют на процесс радикальной полимеризации и величину молекулярной массы образующегося полимера?
3. Приведите общую схему реакций обрыва и передачи цепи при радикальной полимеризации.
4. Каким образом происходит регулирование молекулярной массы полимеров в процессе полимеризации?
5. Кинетика радикальной полимеризации. Какими уравнениями описываются скорости элементарных стадий и всего процесса в целом?
6. Охарактеризуйте понятие «степень полимеризации».
7. Приведите основные особенности процессов блочной полимеризации.
8. Приведите основные особенности процессов полимеризации в органических растворителях. Приведите основные особенности процессов полимеризации в водной фазе.
9. Основные особенности процессов сополимеризации. Кинетика процесса. Какими факторами определяется состав образующегося сополимера?
10. Каким образом в полимерах формируются сетчатые структуры?
11. Приведите основные параметры и характеристики полимерных сетчатых структур.
12. Рост цепи при радикальной полимеризации.
13. Обрыв цепи при радикальной полимеризации.
14. Что такое гель-эффект?
15. Передача цепи при радикальной полимеризации.
16. Как влияют концентрация мономера и инициатора на скорость радикальной полимеризации?
17. Как влияют температура и давление на скорость радикальной полимеризации?
18. В чем заключаются принципы процессов полимеризации? Какие мономеры используются при подобных процессах?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос

Вопрос 2.1.

1. Перечислите основные особенности протекания процессов катионной полимеризации. Какие мономеры используются в этих процессах?
2. Каким образом происходит инициирование процесса катионной полимеризации?
3. Приведите механизм катионной полимеризации. Какими уравнениями описывается кинетика процесса?
4. Каким образом среда и добавки влияют на ход катионной полимеризации?
5. Перечислите основные особенности протекания процессов анионной полимеризации. Какие мономеры и катализаторы используются при подобных процессах?
6. Каким образом происходит инициирование процесса анионной полимеризации?
7. Каким образом происходит обрыв цепи при анионной полимеризации? Охарактеризуйте понятие «живые полимеры».
8. Каким образом среда и добавки влияют на ход катионной полимеризации?
9. Катализаторы стереоспецифического действия. Приведите механизм стереоспецифической полимеризации.
10. Напишите механизм полимеризации полипропилена в присутствии комплекса $TiCl_4 +$

$\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$. – схематично (первая стадия).

11. Катализаторы, применяемые для катионной полимеризации. Привести механизм инициирования катионной полимеризации.

12. Особенности катионной полимеризации.

13. Механизм катионной полимеризации.

14. Что такое «живущие» полимеры.

15. Степень превращения мономера и скорость анионной полимеризации.

16. Привести механизм анионно-координационной полимеризации в присутствии катализатора Циглера-Натта.

17. Чем отличается поликонденсация от полимеризации.

18. Перечислите основные особенности протекания процессов катионной полимеризации.

Какие мономеры используются в этих процессах?

19. Каким образом происходит инициирование процесса катионной полимеризации?

20. Приведите механизм катионной полимеризации. Какими уравнениями описывается кинетика процесса?

21. Каким образом среда и добавки влияют на ход катионной полимеризации?

22. Перечислите основные особенности протекания процессов анионной полимеризации.

Какие мономеры и катализаторы используются при подобных процессах?

23. Каким образом происходит инициирование процесса анионной полимеризации?

24. Каким образом происходит обрыв цепи при анионной полимеризации?

Охарактеризуйте понятие «живые полимеры».

25. Каким образом среда и добавки влияют на ход катионной полимеризации?

26. Катализаторы стереоспецифического действия. Приведите механизм стереоспецифической полимеризации.

27. Напишите механизм полимеризации полипропилена в присутствии комплекса $\text{TiCl}_4 + \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$. – схематично (первая стадия).

28. Катализаторы, применяемые для катионной полимеризации. Привести механизм инициирования катионной полимеризации.

29. Особенности катионной полимеризации.

30. Механизм катионной полимеризации.

31. Что такое «живущие» полимеры.

32. Степень превращения мономера и скорость анионной полимеризации.

33. Привести механизм анионно-координационной полимеризации в присутствии катализатора Циглера-Натта.

34. Чем отличается поликонденсация от полимеризации.

35. Какова схема роста цепи при поликонденсации?

36. Приведите основные особенности протекания процессов поликонденсации. Какие мономеры могут использоваться в указанных процессах?

37. Какие вам известны разновидности реакций поликонденсации?

38. Какие вы знаете элементарные стадии процесса поликонденсации?

39. Охарактеризуйте понятие «поликонденсационное равновесие». Какие факторы влияют на поликонденсационное равновесие? Какими уравнениями описывается кинетика равновесной поликонденсации?

Вопрос 2.2.

1. Какие побочные процессы могут происходить при поликонденсации (реакции деструкции, циклизации, сшивания)?

2. Какие вам известные технические приемы проведения процессов равновесной поликонденсации? Как осуществляется поликонденсация в расплаве, в растворе, в твердой фазе? Перечислите преимущества и недостатки каждого из методов.

3. Опишите особенности протекания процессов неравновесной поликонденсации.

4. Каковы особенности способов проведения реакций неравновесной поликонденсации на границе раздела фаз и поликонденсации в эмульсии?

5. Какие причины вызывают обрыв цепи при поликонденсации.

6. Побочные процессы при поликонденсации.

7. Поликонденсационное равновесие, факторы его определяющие.
8. Поликонденсация в расплаве и в растворе, в твердой фазе.
9. Эмульсионная поликонденсация.
10. Неравновесная поликонденсация на границах раздела фаз
11. Основные реакции, протекающие при термическом воздействии на полимеры.
12. Действие света на полимеры.
13. Действие ионизирующих излучений на полимеры
14. Приведите примеры основных реакций, протекающих при термическом воздействии на полимеры.
15. Охарактеризуйте реакции, приводящие к снижению механических свойств полимеров (процессы «старения» полимеров).
16. Каким образом на полимеры действует свет?
17. Каким образом на полимеры действует ионизирующее излучение?
18. Опишите особенности механодеструкции полимеров.
19. Назовите особенности процесса стабилизации полимеров для защиты их от старения. Приведите примеры ускорителей и ингибиторов процесса окисления полимеров.
20. Каким образом можно повысить стабильность полимеров путем их галогенирования?
21. Каким образом получают сетчатые структуры полимеров (реакции функциональных групп макромолекул, реакции макромолекул с низкомолекулярными реагентами)?
22. Основные особенности химических реакций синтеза сетчатых структур полимеров (реакции сшивания полимеров пероксидами и высокоэнергетическим излучением).

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка - 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Дайте общую характеристику кристаллического состояния вещества, его отличия от аморфного вещества.
2. Что такое степень кристалличности? Какова степень кристалличности у полимеров?
3. Поясните, какими способами можно закристаллизовать полимер и изучить процесс кристаллизации.
4. Каким условиям должен удовлетворять полимер, чтобы он был способен к кристаллизации? Обоснуйте каждое условие.
5. Объясните механизм кристаллизации полимеров и укажите пути возникновения центров кристаллизации.
6. Дайте описание кинетики кристаллизации полимеров
7. Почему температура плавления полимера всегда не совпадает с его температурой кристаллизации?
8. От чего зависит начало и конец плавления полимера, ширина интервала плавления?
9. Свойства, характерные для кристаллитов.
10. Зависимость скорости кристаллизации и ее стадий от температуры.
11. Особенности термомеханических кривых кристаллических полимеров.
12. Кристаллизация при растяжении.
13. Уравнение Аврами. Что такое n и k ?
14. Механические свойства кристаллизующихся полимеров.
15. Какие виды кристаллических структур в полимерах Вы знаете?

Вопрос 3.2.

1. Как влияет скорость охлаждения на процесс кристаллизации полимеров?
2. В чем принципиальное отличие аморфных и кристаллизующихся полимеров при их механическом нагружении?
3. Какие стадии процесса кристаллизации Вам известны? Какие методы пригодны для изучения кинетики кристаллизации полимеров?
4. Виды механизма зародышеобразования при кристаллизации полимеров.
5. Перечислите основные свойства кристаллических и аморфных полимеров.

6. В каких агрегатных состояниях существуют полимеры? Каким фазовым состояниям соответствуют эти агрегатные состояния?
7. Охарактеризуйте строение аморфных полимеров.
8. Как влияет температура на физическое состояние аморфных полимеров? Охарактеризуйте физические состояния аморфных полимеров.
9. Приведите типичную термомеханическую кривую для аморфного полимера и охарактеризуйте её области. Каким методом получают эту зависимость?
10. Дайте определение: температура стеклования, температура текучести, температура хрупкости. Как влияет молекулярная масса макромолекул на T_g ?
11. Что влияет на гибкость цепи полимера? Определение: сегмент Куна. Как влияет гибкость полимерной цепи на T_g (ответ поясните)?
12. Какие полимеры используются в стеклообразном состоянии? Какую они имеют T_g ? Приведите примеры.
13. Какие полимеры обладают высокоэластическими свойствами? Какую они имеют T_g ? Приведите примеры.
14. Дайте определение конфигурации и конформации цепей. Чем они отличаются друг от друга?
15. Какие конформации реализуются в полимерах?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / В. В. Киреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 365 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03986-3. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/451520>.
2. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / В. В. Киреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 243 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03988-7. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/451521>.
3. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.] ; под редакцией А. Б. Зезина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 340 с.
4. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

Б. Дополнительная литература

1. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 340 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01322-1. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/450286>.
2. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-4047-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130153>

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
2. Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
3. Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
4. Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
5. Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
6. Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
7. Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
8. Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011

9. Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007
10. Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996
- 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.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. 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.
7. 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).
8. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся без использования 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 *«Химия и физика полимеров»* 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 студента специалитета в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных, лабораторных работ и экзамена. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1, 2 и 3 происходит во 2 семестре и заканчивается контролем в форме зачета.

10.2. Для студентов, обучающихся с использованием 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, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «*Химия и физика полимеров*» изучается во 2 семестре специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты имеют общую подготовку по общенаучным, общетехническим дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса 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 «Физика и физическая химия полимеров», является формирование у студентов компетенций, связанных с использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. 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. 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.

В течение семестра студентам читаются лекции, проводятся практические.

11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием 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. 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 и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; текущий контроль в режиме тестирования и проверки конспектов занятий.

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 осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и электронно-библиотечная система (ЭБС) МГТУ им. Н.Э. Баумана (<https://library.bmstu.ru/Resources?Name=&Category=Elibs>), которые обеспечивают обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. 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.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физика и физическая химия полимеров» 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:

Презентации к лекциям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.

		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно -справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.

5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять

		10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearch	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf)	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOlJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

		Удаленный доступ (https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access).	
17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ - Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo - Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт –	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и

	данных)	https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
19	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	ИОР	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте ИОР из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
23	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf)	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения (РХТУ им. Д.И. Менделеева):

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0

		Public License, version 2.0)		
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление

	серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов			подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Ступенчатые процессы синтеза полимеров.	<i>Знает:</i> - теоретические основы, аналитические и численные методы, базовые положения методов исследования и методов испытаний, применяемых при исследовании, расчете и проектировании технологических машин и оборудования; - основные методы обработки полученных результатов в профессиональной сфере; - современные методы математического моделирования для решения профессиональных задач в области исследования и проектирования технологических машин и оборудования. <i>Умеет:</i> - ставить задачи, планировать и проводить исследования, применяемые при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты; - осуществлять обоснование, планирование и проведение испытаний при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты; - использовать методы математического моделирования процессов при решении задач исследования и проектирования технологических машин и оборудования. <i>Владеет:</i> - навыками применения современных методов научного исследования, а также оценки и представления результатов выполненной работы; - навыками применения современных методов испытаний, а также оценки и представления результатов выполненной работы; - методикой математического моделирования для решения задач	Оценка за контрольную работу №1, доклад, зачет

	исследования, расчета и проектирования технологических машин и оборудования.	
Раздел 2. Полимеры поликонденсационного типа	<i>Знает:</i> - теоретические основы, аналитические и численные методы, базовые положения методов исследования и методов испытаний, применяемых при исследовании, расчете и проектировании технологических машин и оборудования; - основные методы обработки полученных результатов в профессиональной сфере; - современные методы математического моделирования для решения профессиональных задач в области исследования и проектирования технологических машин и оборудования. <i>Умеет:</i> - ставить задачи, планировать и проводить исследования, применяемые при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты; - осуществлять обоснование, планирование и проведение испытаний при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты; - использовать методы математического моделирования процессов при решении задач исследования и проектирования технологических машин и оборудования. <i>Владеет:</i> - навыками применения современных методов научного исследования, а также оценки и представления результатов выполненной работы; - навыками применения современных методов испытаний, а также оценки и представления результатов выполненной работы; - методикой математического моделирования для решения задач исследования, расчета и	Оценка за контрольную работу №2, доклад, зачет

	проектирования технологических машин и оборудования.	
Раздел 3. Строение и структура высокомолекулярных соединений	<i>Знает:</i> - теоретические основы, аналитические и численные методы, базовые положения методов исследования и методов испытаний, применяемых при исследовании, расчете и проектировании технологических машин и оборудования; - основные методы обработки полученных результатов в профессиональной сфере; - современные методы математического моделирования для решения профессиональных задач в области исследования и проектирования технологических машин и оборудования. <i>Умеет:</i> - ставить задачи, планировать и проводить исследования, применяемые при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты; - осуществлять обоснование, планирование и проведение испытаний при решении научно-практических профессиональных задач, адекватно оценивать полученные результаты; - использовать методы математического моделирования процессов при решении задач исследования и проектирования технологических машин и оборудования. <i>Владеет:</i> - навыками применения современных методов научного исследования, а также оценки и представления результатов выполненной работы; - навыками применения современных методов испытаний, а также оценки и представления результатов выполненной работы; - методикой математического моделирования для решения задач исследования, расчета и проектирования технологических	Оценка за контрольную работу №3, доклад, зачет

	машин и оборудования.	

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 специалитета (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ специалитета в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
 «Химия и физика полимеров»
 основной образовательной программы
 Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
 Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
 нефтехимических производств
 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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология и оборудование производства полимеров»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 – «Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств»**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры технологии переработки пластмасс Н.В. Костроминой

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств)** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 7 семестра.

Дисциплина **«Технология и оборудование производства полимеров»** относится части обязательных вариативных дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической и физической химии.

Цель дисциплины – формирование у бакалавров знаний об особенностях технологического и аппаратурного оформления современных процессов синтеза полимеров, взаимосвязи свойств полимеров с технологическими параметрами процессов синтеза полимеров.

Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся с основными теоретическими представлениями о процессах синтеза полимеров;
- изучение современных методов синтеза и технологии производства полимеров;
- ознакомление обучающихся с современным аппаратурным оформлением процессов производства полимеров;
- ознакомление обучающихся с возможностью регулирования свойств полимеров на стадии их синтеза с целью получения из полимеров изделий с заданными свойствами.

Дисциплина «Технология и оборудование производства полимеров» 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 полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Технология и оборудование производств полимеров» при подготовке студентов по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств), направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения.	ПК-3.1. Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения.
			ПК-3.2. Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса.
			ПК-3.3. Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий.

:

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- закономерности химических и физических процессов при производстве полимеров;
- технологические основы организации современных процессов производства полимеров;
- современные требования к аппаратному оформлению основных процессов производства полимеров.
- методы контроля основных технологических параметров процессов производства полимеров;
- методы оптимизации химико-технологических процессов производства полимеров;
- методы оценки эффективности процессов производства полимеров.

Уметь:

- составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов производства полимеров, уметь их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием.
- выбирать технологические параметры для конкретных технологических процессов с учётом особенностей химических и физико-химических свойств полимерных материалов;
- выбирать аппараты для конкретного процесса производства полимеров;
- организовать управление технологическими процессами производства полимеров с максимальной степенью эффективности.

Владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования процессов производства полимеров;
- методами анализа эффективности работы конкретного производства полимеров;
- методами управления и регулирования химико-технологическими процессами производства полимеров.

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:	4	144	108
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	96	72
Самостоятельная работа	1	36	27
Контактная самостоятельная работа	1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Анализ современных технологических процессов синтеза полимеров. Полиолефины. Полистирол и его сополимеры. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Полимеры акриловой и метакриловой кислот	60	10	6	32	12
1.1	Экологические требования к современным процессам синтеза полимеров и их аппаратурному оформлению	19	3	2	10	4
1.2	Технологии полиолефинов	20	4	2	10	4
1.3	Полистирол и его сополимеры. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Полимеры акриловой и метакриловой кислот.	21	3	2	12	4
2.	Раздел 2. Полиэфиры. Полиамиды. Эпоксидные олигомеры. Амидоальдегидные и фенолальдегидные олигомеры	62	12	6	32	12
2.1	Технология полиэфиров	20	4	2	10	4
2.2	Технология полиамидов	20	4	2	10	4
2.3	Эпоксидные олигомеры. Амидоальдегидные и фенолальдегидные олигомеры	22	4	2	12	4
3.	Раздел 3. Кремнийорганические полимеры. Химически модифицированные полимеры. Эластомеры и термоэластопласты. Современные технологии создания полимеров и материалов на их основе	58	10	4	32	12
3.1	Механизм и особенности реакций получения кремнийорганических олигомеров. Химически модифицированные полимеры.	21	3	2	12	4
3.2	Эластомеры и термоэластопласты	20	4	2	10	4
3.3	Современные технологии создания полимеров и материалов	17	3	-	10	4
	ИТОГО	180	32	16	96	36

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Анализ современных технологических процессов синтеза полимеров. Полиолефины. Полистирол и его сополимеры. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Полимеры акриловой и метакриловой кислот.

1.1. Экологические требования к современным процессам синтеза полимеров и их аппаратному оформлению Введение.

Задачи и содержание курса «Технология и оборудование производства полимеров». Место и роль полимеров в народном хозяйстве. Совершенствование структуры производства и применения полимеров. Источники сырья.

Классификация полимеров. Номенклатура полимеров. Основные реакции синтеза полимеров.

1.2. Технологии полиолефинов

Полиэтилен. Этилен, его получение, свойства и методы очистки. Полимеризация этилена при высоком давлении, аппаратное оформление процесса. Увеличение единичной мощности агрегата за счёт совершенствования аппаратного оформления, применение более активных катализаторов и повышенного давления. Получение полиэтилена при низком давлении с катализаторами Циглера – Натта. Применение растворимых катализаторов и совершенствование процесса очистки полимера. Структура, свойства и способы стабилизации полиэтилена. Методы переработки и области применения полиэтилена.

Полипропилен. Пропилен, его получение и свойства. Производство полипропилена, факторы, влияющие на образование атактического и изотактического полимера. Способы регулирования структуры и свойств, получение модифицированного морозостойкого полипропилена. Свойства, переработка и области применения полипропилена.

1.3. Полистирол и его сополимеры. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Полимеры акриловой и метакриловой кислот.

Общая характеристика методов получения полистирола. Стирол, его получение, свойства и методы очистки. Пути интенсификации процесса полимеризации стирола. Производство полистирола в массе непрерывным методом и анализ технологических схем. Производство полистирола блочно – суспензионным методом. Технологические особенности производства полистирола в эмульсии и суспензии. Свойства полистирола, полученного различными методами, его переработка и основные области применения. Модификация полистирола. Производство пенополистирола.

Производство сополимеров полистирола. Сополимеры стирола с акрилонитрилом, метилметакрилатом, с синтетическими каучуками, тройной сополимер АБС. Их свойства и применение.

Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов

Поливинилхлорид. Винилхлорид, его получение и свойства. Сравнительный анализ методов получения поливинилхлорида и особенности технологических процессов. Производство поливинилхлорида полимеризацией в массе, в суспензии и эмульсии. Основные свойства, структура и переработка поливинилхлорида. Стабилизация поливинилхлорида. Винипласт и пластикат, способы их получения, свойства и применение.

Сополимеры винилхлорида. Хлорированный поливинилхлорид.

Политетрафторэтилен. Сырьё для получения политетрафторэтилена. Производство политетрафторэтилена в суспензии и эмульсии. Химические и физико-механические свойства политетрафторэтилена. Сополимеры политетрафторэтилена с гексафторпропиленом (тефлон 100) и другими мономерами. Особенности переработки фторпластов, их свойства и применение.

Полимеры акриловой метакриловой кислот

Полимеры и сополимеры акриловой кислоты и её эфиров. Получение акриловых кислот и их полимеризация. Строение, свойства и применение полиакрилатов. Получение

эфиров акриловых кислот, их полимеризация, свойства и применение. Полимеры и сополимеры метакриловой кислоты и её эфиров.

Получение эфиров метакриловой кислоты. Получение метакриловой кислоты, её полимеризация, свойства и строение полимеров. Способы полимеризации метилметакрилата. Свойства и строение полиметилметакрилата. Производство листового полиметилметакрилата в массе.

Полиакрилонитрил. Полимеризация нитрила акриловой кислоты. Строение и свойства полиакрилонитрила, области применения. Синтетическое волокно нитрон. Сополимеры акрилонитрила, их свойства и применение.

Раздел 2. Полиэфиры. Полиамиды. Эпоксидные олигомеры. Амидоальдегидные и фенолальдегидные олигомеры.

2.1. Технология полиэфиров

Классификация и методы получения полиэфиров. Основные стадии и механизмы образования полиэфиров. Исходные продукты для производства полиэфиров.

Полиэтилентерефталат. Методы синтеза полиэтилентерефталата. Технология и особенности производства полиэтилентерефталата. Структура, свойства, переработка и применение полиэтилентерефталата. Производство плёнок и волокон на основе полиэтилентерефталата.

Поликарбонаты. Основные методы синтеза поликарбонатов. Производство поликарбонатов. Структура, свойства, переработка и применение поликарбоната.

Полиакрилаты. Методы синтеза полиакрилатов. Основные типы полиакрилатов. Свойства, структура, переработка и перспективы применения полиакрилатов.

Ненасыщенные полиэфиры. Механизм и особенности образования ненасыщенных полиэфиров. Производство ненасыщенных полиэфиров, их классификация. Свойства и применение ненасыщенных полиэфиров. Стеклопластики и пресслитневые материалы на основе ненасыщенных полиэфиров, их получение и свойства.

2.2. Технология полиамидов

Общие свойства и применение полиамидов. Исходные продукты для получения полиамидов. Основные реакции образования полиамидов. Механизм реакции полиамидирования. Структура полиамидов.

Алифатические полиамиды. Полигексаметиленадипамид, полигексаметиленсебацинамид. Их производство периодическим способом и свойства. Поликапроамид. Производство поликапроамида периодическим и непрерывным способами. Свойства капролактама. Производство волокон и плёнок из полиамидов. Переработка полиамидов.

Ароматические полиамиды. Полиарамида. Исходное сырьё для получения ароматических полиамидов. Способы получения ароматических полиамидов. Волкна Кевлар, СВМ – методы их получения, свойства и применение.

2.3. Эпоксидные олигомеры. Амидоальдегидные и фенолальдегидные олигомеры

Механизм реакции эпоксидирования. Получение и свойства исходного сырья. Влияние различных факторов и условий процесса на структуру свойства эпоксидных олигомеров.

Производство и применение эпоксидных олигомеров. Свойства и применение эпоксидных олигомеров. Клеи, литые и пропиточные компаунды, слоистые пластики на основе эпоксидных олигомеров. Полиэпоксидные олигомеры.

Влияние систем отверждения на свойства эпоксидных полимерных материалов. Механизм отверждения эпоксидных олигомеров и основные классы отвердителей.

Мочевинформальдегидные олигомеры. Механизм реакций образования мочевинформальдегидных олигомеров, характеристика продуктов конденсации. Процессы отверждения мочевинформальдегидных олигомеров. Материалы на основе мочевинформальдегидных олигомеров. Способы получения и аппаратное оформление

получения пресспорошков, их свойства и применение. Производство и применение слоистых пластиков и клеев.

Меламиноформальдегидные олигомеры. Реакция образования меламиноформальдегидных олигомеров. Отверждение. Прессматериалы на основе меламиноформальдегидных олигомеров, их свойства, применение и переработка.

Фенолоальдегидные олигомеры. Механизм и особенности реакций образования фенолоформальдегидных олигомеров. Новолачные олигомеры, механизм и условия образования, периодический и непрерывный способы производства. Резольные олигомеры, механизм и условия образования, промышленное производство. Процесс отверждения фенолоформальдегидных олигомеров. Материалы на основе фенолформальдегидных олигомеров. Пресс-порошки, их производство, свойства, переработка и применение. Волокнистые и слоистые прессматериалы, их свойства и применение.

Раздел 3. Кремнийорганические полимеры. Химически модифицированные полимеры. Эластомеры и термоэластопласты. Современные технологии создания полимеров и материалов на их основе

3.1. Механизм и особенности реакций получения кремнийорганических олигомеров. Химически модифицированные полимеры.

Производство и применение кремнийорганических олигомеров. Структура и свойства кремнийорганических олигомеров. Классификация. Исходное сырьё. Отверждение.

Особенности химической модификации полимеров.

Поливинилбутираль. Механизм реакций образования поливинилбутираля. Исходные продукты. Свойства и применение композиционных материалов на основе поливинилбутираля.

Хлорсульфированный полиэтилен. Исходное сырьё для его получения. Механизм реакции образования хлорсульфированного полиэтилена. Отверждение. Структура и свойства хлорсульфированного полиэтилена. Влияние степени хлорирования на свойства полимера. Резины на основе хлорсульфированного полиэтилена, защитные антикоррозионные химстойкие покрытия, огнестойкие материалы.

3.2. Эластомеры и термоэластопласты.

Каучуки и резины: особенности структуры и свойств. Классификация синтетических каучуков. Получение, свойства и области применения каучуков общего назначения и специальных.

Основные типы реакций структурирования. Закономерности вулканизации натуральных и синтетических каучуков. Отверждение. Основные характеристики структуры сетки химических связей. Влияние параметров сетки химических связей на свойства полимерных материалов. Ускорители и ингибиторы процессов структурирования.

Термоэластопласты. Классификация термоэластопластов. Получение, структура, свойства термоэластопластов (полиуретановые, полиэфирные, полиолефиновые).

3.3. Современные технологии синтеза полимеров и создания материалов на их основе.

Использование нанотехнологий на стадии синтеза с целью регулирования структуры полимеров. Получение полимеров с использованием нанесённых нанокатализаторов. Введение наномодификаторов на стадии синтеза полимерной матрицы. Регулирование структуры и свойств наномодифицированных полимерных материалов.

Основы получения биоразлагаемых полимерных материалов.

Классификация биоразлагаемых полимеров. Биodeградируемые полиэфиры (полилактиды). Биоразлагаемые пластические массы на основе природных полимеров. Полимеры, полученные взаимодействием целлюлозы с эпоксидным соединением и ангидридами дикарбоновых кислот. Фоторазлагаемые полимеры (сополимеры этилена с оксидом углерода).

Принципы «зелёной химии» для создания полимерных материалов. Производство полимеров из возобновляемого сырья. Направления развития «зелёной химии». Рециклинг в производстве полимеров.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	закономерности химических и физических процессов при производстве полимеров		+	+	+
2	технологические основы организации современных процессов производства полимеров		+	+	+
3	современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов производства полимеров		+	+	+
4	методы контроля основных технологических параметров процессов производства полимеров		+	+	+
5	методы оптимизации химико-технологических процессов производства полимеров		+	+	+
6	методы оценки эффективности процессов производства полимеров		+	+	+
	Уметь:				
7	составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов производства полимеров, уметь их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием		+	+	+
8	выбирать технологические параметры для конкретных технологических процессов с учётом особенностей химических и физико-химических свойств полимерных материалов		+	+	+
9	выбирать аппараты для конкретного процесса производства полимеров		+	+	+
10	организовать управление технологическими процессами производства полимеров с максимальной степенью эффективности		+	+	+
	Владеть:				
11	методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования процессов производства полимеров		+	+	+
12	методами анализа эффективности работы конкретного производства полимеров		+	+	+
13	методами управления и регулирования химико-технологическими процессами производства полимеров		+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения УК			
10	ПК-3. Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения	ПК-3.1. Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения;	+	+	+

11		ПК-3.2. Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса.;	+	+	+
12		ПК-3.3. Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине «Технология и оборудование производства полимеров» проводятся в соответствии с учебным планом в объёме 16 академических часов. Целью практических занятий является закрепление теоретического материала, получение навыков анализа технологических схем, расчёта основных параметров процессов синтеза полимеров и выбора оборудования.

Темы практических занятий:

№ занятия	Тема практического занятия	Объём, акад. ч.	Форма проведения
1	Расчёт материального баланса реактора полимеризации этилена высокого давления	2	Индивидуальный расчёт
2	Сравнительный анализ методов получения полипропилена (блочный, суспензионный, газофазный)	2	Работа с технологическими схемами, дискуссия
3	Расчёт степени конверсии и производительности реактора полимеризации стирола в массе	2	Решение задач
4	Выбор и обоснование типа реактора для производства поливинилхлорида (суспензия, эмульсия, масса)	2	Кейс-метод, групповое решение
5	Составление и анализ технологической схемы производства полиамида ПА-6	2	Индивидуальная работа со схемами
6	Расчёт расхода сырья и энергозатрат при синтезе эпоксидных олигомеров	2	Практическое расчётное задание
7	Технико-экономическое сравнение периодического и непрерывного способов получения полиэфиров	2	Табличный анализ, защита выводов
8	Принципы подбора оборудования для производства термоэластопластов	2	Ситуационный анализ, тестирование

Формы контроля на практических занятиях:

- проверка расчётных заданий;
- устный опрос по технологическим схемам;
- защита результатов кейсов;
- коллоквиумы.

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине «Технология и оборудование производства полимеров» проводятся в соответствии с учебным планом в объёме 96 академических часов. Целью лабораторного практикума является формирование экспериментальных навыков синтеза полимеров, изучения их свойств и влияния технологических параметров на процесс полимеризации.

Темы лабораторных работ:

№ работы	Тема лабораторной работы	Объём, акад. ч.	Форма работы
1	Получение полиэтилена высокого давления в лабораторном автоклаве	12	Групповая (звено)
2	Получение суспензионного поливинилхлорида и оценка его молекулярной массы	12	Групповая + индивидуальные измерения
3	Синтез полистирола методом блочной полимеризации и определение степени конверсии	12	Групповая
4	Эмульсионная полимеризация стирола: влияние эмульгатора на стабильность латекса	12	Групповая, микроскопия
5	Получение полиамида ПА-6 методом гидролитической полимеризации капролактама	12	Групповая
6	Синтез эпоксидного олигомера на основе диановой смолы и определение эпоксидного числа	12	Индивидуальная (титрование)
7	Получение ненасыщенного полиэфира и его отверждение (холодное/горячее)	12	Групповая
8	Вулканизация каучука: влияние ускорителей на время вулканизации	12	Групповая, пластометрия

Формы контроля при выполнении лабораторных работ:

- допуск к работе (знание техники безопасности, ознакомление с методикой);
- текущий контроль хода эксперимента;
- проверка оформления отчёта;
- защита лабораторной работы (собеседование или краткий отчёт с выводами).

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 **зачет с оценкой** (7 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 30 баллов), доклада (максимальная оценка 20 баллов), задания в форме тестов (максимальная оценка 10 баллов), итоговой контрольной работы (максимальная оценка 40 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта*.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Влияние систем отверждения на свойства материалов на основе эпоксидных олигомеров.
2. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Его получение, структура, свойства, применение и методы переработки.
3. Радиационноспеченный полиэтилен высокого давления. Особенности его структуры, свойства, применение.
4. Эпоксисилоксановые олигомеры. Способы их получения, свойства и применение.
5. Пенопласты на основе полиуретанов. Их свойства и применение.
6. Стабилизация поливинилхлорида. Механизм действия стабилизаторов.
7. Сопласты на основе поликарбоната. Технология их получения, свойства и применение.
8. Герметики на основе кремнийорганических каучуков.
9. Нетканые материалы на основе полипропилена. Их получение, свойства и применение.
10. Особенности получения спеченного полиэтилена: перекисная, радиационная и силанольная сшивка. Свойства и области применения материалов на его основе, особенности переработки.
11. Особенности получения, структуры, свойств и переработки сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Влияние каталитической системы на свойства сверхвысокомолекулярного полиэтилена (на примере катализаторов Циглера-Натта и металлценовых катализаторов).
12. Влияние старения на свойства полимерных компонентов вторичного полимерного сырья (на примере полиэтиленов низкой и высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида, полиэтилентерефталата).
13. Термоокислительная деструкция поливинилхлорида. Устойчивость поливинилхлорида к УФ-облучению. Особенности первичных и вторичных стабилизаторов поливинилхлорида и синергизм их действия.
14. Сведения по экологическому обеспечению полимерных технологий. Мероприятия, защищающие окружающую среду и предпринимаемые при производстве крупнотоннажных полимеров (полиэтилены низкого и высокого давления, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1, 2 и 3 (7 семестр) составляет 10 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

1. Полиэтилен. Исходное сырьё. Свойства, области применения и переработка полиэтилена высокого давления.
2. Технология получения полиэтилена высокого давления.

3. Полиэтилен. Исходное сырьё. Свойства, области применения и переработка полиэтилена низкого давления.
4. Технология получения полиэтилена низкого давления.
5. Структура, свойства и способы стабилизации полиэтилена.
6. Получение полиэтилена при низком давлении с катализаторами Циглера-Натта.
7. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен: получение, свойства, переработка
8. Полипропилен. Исходное сырьё. Получение, свойства и области применения стереорегулярного полипропилена.
9. Полистирол. Исходное сырьё (методы получения). Технология термической полимеризации стирола в блоке. Свойства, переработка, области применения.
10. Полистирол. Исходное сырьё (методы получения). Технология эмульсионной полимеризации стирола. Свойства, переработка, области применения.
11. Полистирол. Исходное сырьё (методы получения). Технология суспензионной полимеризации стирола. Свойства, переработка, области применения.
12. Поливинилхлорид. Исходное сырьё. Методы получения поливинилхлорида.
13. Суспензионный поливинилхлорид.
14. Мягкий поливинилхлорид (пластикат). Свойства, области применения, переработка.

Вопрос 1.2.

1. Стабилизаторы и пластификаторы для ПВХ.
2. Жёсткий поливинилхлорид (винипласт). Свойства, области применения, переработка.
3. Политетрафторэтилен. Сырьё для получения политетрафторэтилена. Производство политетрафторэтилена в суспензии
4. Политетрафторэтилен. Сырьё для получения политетрафторэтилена. Производство политетрафторэтилена в эмульсии.
5. Химические и физико-механические свойства политетрафторэтилена.
6. Сополимеры политетрафторэтилена с гекса- фторпропиленом.
7. Особенности переработки фторпластов, их свойства и применение.
8. Полимеры и сополимеры метакриловой кислоты и её эфиров.
9. Получение метакриловой кислоты, её полимеризация, свойства и строение полимеров.
10. Получение эфиров метакриловой кислоты. Способы полимеризации метилметакрилата. Свойства и строение полиметилметакрилата.
11. Производство листового полиметилметакрилата в массе.
12. Полиакрилонитрил. Полимеризация нитрила акриловой кислоты.
13. Строение и свойства полиакрилонитрила, области применения.
14. Синтетическое волокно нитрон. Сополимеры акрилонитрила, их свойства и применение.

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

Вопрос 2.1.

1. Полиамиды. Основные реакции получения полиамидов.
2. ПА-6,6 (полигексаметиленадипинамид). Технология получения ПА-6,6.
3. Свойства, переработка, области применения полиамидов.
4. ПА – 6 (поли - ε - капроамид). Технология получения ПА-6. Свойства, переработка, области применения.
5. ПА – 6,6. Технология получения ПА-6,6. Свойства, переработка, области применения.
6. Поликапролактam. Технология получения поликапролактама. Свойства, переработка, области применения.

7. Технология производства волокон на основе полиамидов. Их свойства и области применения.
8. Фенолоальдегидные олигомеры и пластические массы на их основе. Исходное сырьё для получения новолачного олигомера.
9. Технология получения новолача поликонденсацией фенола и формальдегида в кислой среде.
10. Методы отверждения новолачного олигомера. Свойства, переработка, области применения.
11. Исходное сырьё для получения олигомеров резольного типа.
12. Технология получения олигомеров резольного типа. Их свойства, методы переработки и применение.

Вопрос 2.2.

1. Эпоксидные олигомеры. Исходное сырьё для получения. Технология получения эпоксидных олигомеров.
2. Системы и механизм “холодного отверждения” эпоксидных смол. Свойства, переработка, области применения.
3. Системы и механизм “горячего отверждения” эпоксидных смол. Свойства, переработка, области применения.
4. Влияние на свойства материалов на основе эпоксидных смол системы отверждения.
5. Линейные полиэферы. Полиэтилентерефталат. Основные методы синтеза полиэтилентерефталата (написать схемы реакции).
6. Технология получения полиэтилентерефталата в расплаве. Свойства и применение.
7. Производство плёнки из полиэтилентерефталата, свойства и применение.
8. Поликарбонаты. Основные методы синтеза поликарбонатов. Производство поликарбонатов.
9. Структура, свойства, переработка и применение поликарбоната.
10. Ненасыщенные полиэферы. Исходное сырьё.
11. Технология получения. Отверждение, свойства и применение полиэфиров.
12. Мочевиноформальдегидные олигомеры и пластические массы на их основе. Исходное сырьё для получения. Технология получения мочевиноформальдегидных олигомеров. Свойства, переработка, области применения.

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

Вопрос 3.1.

1. Классификация синтетических промышленных каучуков. Эластомеры.
2. Каучуки. Резины. Особенности структуры и свойств.
3. Каучуки, полученные методом химической модификации. Получение, свойства (на примере хлорсульфированного полиэтилена).
4. Термопластичные эластомеры. Свойства, получение.
5. Диенвинилароматические термоэластопласты. Получение, структура, свойства.
6. Уретановые термоэластопласты. Получение, структура, свойства.
7. Полиэфирные термоэластопласты. Получение, структура, свойства.
8. Полиолефиновые термоэластопласты. Получение, структура, свойства.
9. Блок-сополимеры. Привести примеры.
10. Привитые полимеры. Привести примеры.

Вопрос 3.2.

1. Межполимеры. Привести примеры.
2. Основные типы реакций вулканизации каучуков.
3. Привести примеры реакций вулканизации каучуков по функциональным группам.
4. Привести примеры перекисной и радиационной сшивки.

5. Привести примеры перекисной и радиационной сшивки.
6. Серная вулканизация каучуков.
7. Активаторы и ускорители серной вулканизации.
8. Вулканизация каучуков. Методы оценки кинетики вулканизации.
9. Основные стадии процесса вулканизации.
10. Отверждение. Основные характеристики структуры сетки химических связей.

8.3. Вопросы для итоговой контрольной по дисциплине (7 семестр – зачет с оценкой)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), доклада (максимальная оценка 20 баллов), задания в форме тестов (максимальная оценка 10 баллов), итоговой контрольной работы (максимальная оценка 40 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта*. Вид контроля – зачёт (не менее 50 баллов в семестре).

8.3.1. Примеры вопросов для итоговой контрольной

Билет для итоговой контрольной включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Блок-сополимеры. Привитые полимеры. Межполимеры. Привести примеры.
2. Вулканизация. Методы определения кинетики вулканизации. Основные стадии процесса вулканизации.
3. Жёсткий поливинилхлорид (винипласт). Свойства, области применения, переработка.
4. Классификация синтетических промышленных полимеров. Эластомеры. Каучуки. Резины. Особенности структуры и свойств.
5. Кремнийорганические каучуки. Их структура и свойства. Отверждение. Производство и применение материалов на основе кремнийорганических каучуков.
6. Кремнийорганические полимеры. Механизм и особенности реакций получения кремнийорганических полимеров.
7. Линейные полиэфиры. Полиэтилентерефталат. Основные методы синтеза полиэтилентерефталата (написать схемы реакции).
8. Материалы на основе мочевиноформальдегидных олигомеров. Способы получения и аппаратное оформление получения пресспорошков, их свойства и применение.
9. Методы отверждения новолачного олигомера. Свойства, переработка, области применения.
10. Механизм реакций образования мочевиноформальдегидных олигомеров, характеристика продуктов конденсации. Процессы отверждения мочевиноформальдегидных олигомеров.
11. Мягкий поливинилхлорид (пластикат). Свойства, области применения, переработка.
12. Основные характеристики структуры сетки химических связей. Основные типы реакций вулканизации. Привести примеры реакций вулканизации полимеров по функциональным группам.
13. Пластизоли на основе поливинилхлорида. Свойства, области применения, переработка.
14. Полиамиды. ПА – 12. Технология получения ПА – 12. Свойства, переработка, области применения.
15. Полиамиды. ПА – 6 (поли - ε - капроамид). Технология получения ПА-6. Свойства, переработка, области применения.
16. Полиамиды. ПА – 6,10 (полигексаметиленсебадинат). Технология получения ПА– 6,10. Свойства, переработка, области применения.

17. Полиамиды. ПА – 6,6 (полигексаметиленадипинамид). Технология получения ПА–6,6. Свойства, переработка, области применения.
18. Полиамиды. Реакции получения полиамидов. Особенности полимеризационных и поликонденсационных полиамидов. Свойства и области применения – сравнительная характеристика.
19. Поливинилхлорид. Исходное сырьё. Методы получения поливинилхлорида.
20. Поликарбонаты. Основные методы синтеза поликарбонатов. Структура, свойства, переработка и применение поликарбоната.
21. Полимеры полученные методом химической модификации. Получение, свойства (на примере хлорсульфированного полиэтилена).
22. Полипропилен. Исходное сырьё. Получение, свойства и области применения стереорегулярного полипропилена.
23. Полистирол. Исходное сырьё (методы получения). Свойства, переработка, области применения полистирола.
24. Технология термической полимеризации стирола в блоке. Аппаратное оформление процесса. Влияние технологических параметров на свойства полимера.
25. Технология полимеризации стирола в суспензии. Аппаратное оформление процесса. Влияние технологических параметров на свойства полимера.
26. Технология эмульсионной полимеризации стирола. Аппаратное оформление процесса. Влияние технологических параметров на свойства полимера.
27. Полиэтилен. Исходное сырьё. Свойства, области применения и переработка полиэтилена высокого, среднего и низкого давления.
28. Полиэтилен. Исходное сырьё. Технология получения полиэтилена низкого давления на высокоактивных катализаторах. Свойства, области применения и переработка.
29. Производство полиэтилена высокого давления автоклавным методом. Аппаратурное оформление и влияние технологических параметров на свойства полиэтилена высокого давления.
30. Производство полиэтилена высокого давления в трубчатом реакторе. Аппаратурное оформление и влияние технологических параметров на свойства полиэтилена высокого давления.
31. Сополимеры этилена. Севелен. Получение, свойства, области применения и переработка.
32. Стабилизаторы и пластификаторы при производстве поливинилхлорида.
33. Суспензионный поливинилхлорид. Технология получения и влияние технологических режимов на свойства полимера.
34. Термоэластопласты. Классификация. Методы получения. Особенности структуры и свойств.
35. Технология получения полиэтилентерефталата в расплаве. Свойства и применение.
36. Технология производства эпоксидных олигомеров непрерывным методом. Достоинства и недостатки процесса. Аппаратурное оформление и влияние технологических параметров на свойства эпоксидных олигомеров.
37. Технология производства эпоксидных олигомеров периодическим методом. Достоинства и недостатки процесса. Аппаратурное оформление и влияние технологических параметров на свойства эпоксидных олигомеров.
38. Фенолальдегидные олигомеры и пластические массы на их основе. Исходное сырьё для получения олигомеров резольного типа. Технология и аппаратное оформление получения олигомеров резольного типа. Их свойства, методы переработки и применение.
39. Фенолальдегидные олигомеры и пластические массы на их основе. Исходное сырьё для получения новолачного олигомера. Технология получения новолача поликонденсацией фенола и формальдегида в кислой среде.

40. Фенолоальдегидные олигомеры. Резольные олигомеры, механизм и условия образования, промышленное производство. Процесс отверждения фенолоформальдегидных олигомеров.
41. Производство и применение слоистых пластиков и клеев. Реакция образования меламинаформальдегидных олигомеров. Отверждение. Прессматериалы на основе меламинаформальдегидных олигомеров, их свойства, применение и переработка.
42. Производство поликарбонатов. Аппаратурное оформление процесса.
43. Эмульсионный поливинилхлорид. Технология получения и влияние технологических режимов на свойства полимера.
44. Эпоксидные олигомеры. Исходное сырьё для получения. Технология получения эпоксидных олигомеров.
45. Эпоксидные олигомеры. Системы и механизм “холодного отверждения”. Свойства, переработка, области применения.
46. Основные процессы синтеза и переработки полимеров и полимерных материалов. Их роль в промышленности, технике, строительстве.
47. Взаимосвязь молекулярной структуры и технологических свойств полимерных материалов.
48. Варианты технологических процессов производства фторопластов.
49. Варианты способов и технологических процессов получения производства пластических масс и других полимерных материалов на основе полиакрилатов.
50. Варианты технологических процессов производства карбамидных смол и материалов из них.
51. Химия и технология производства ненасыщенных полиэфиров и материалов на их основе.
52. Варианты технологических процессов производства полиамидов.
53. Варианты технологических процессов производства полиуретанов с
54. Полимерные материалы на основе полиуретанов.
55. Варианты технологических процессов производства диановых эпоксидных смол, модифицированных эпоксидных смол.
56. Отверждение эпоксидных смол разными способами.
57. Варианты технологических процессов производства полиорганосилоксанов в промышленности.
58. Материалы на основе ароматических полиимидов.
59. Образование нелинейных полимеров и сеток. Сшивание полимерных цепей. Вулканизация каучуков. Формирование полимерных изделий из реакционноспособных полимеров.
60. Натуральные и синтетические каучуки. Взаимосвязь между структурой каучуков и их свойствами.

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

8.4. Структура и примеры билетов для *итоговой оценки* (7 семестр).

Итоговая контрольная по дисциплине «*Технология и оборудование производства полимеров*» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для **итоговой контрольной** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **итоговой контрольной**:

Билет № 1

1. Полистирол. Исходное сырьё (методы получения). Технология термической полимеризации стирола в блоке. Свойства, переработка, области применения блочного полистирола.
2. Стабилизаторы и пластификаторы при производстве поливинилхлорида.
3. Технологическая схема непрерывной суспензионной полимеризации стирола. Влияние технологических режимов на свойства полимера.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / В. В. Киреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 365 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03986-3. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/451520> (дата обращения: 20.03.2023).
2. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / В. В. Киреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 243 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03988-7. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/451521> (дата обращения: 20.03.2023).
3. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 340 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01322-1. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/450286> (дата обращения: 20.03.2023).

Б. Дополнительная литература

1. Синтез и переработка полиолефинов: учеб. пособие / Н. В. Костромина, Ю. В. Олихова, М. А. Ванцян, В. С. Осипчик, В. М. Аристов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 164 с.
2. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-4047-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130153> (дата обращения: 20.03.2023).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. ООО «Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
2. Глобальный оперативно обновляемый патентный портал <https://orbit.com>
3. Электронные ресурсы Springer Nature_Life Sciences Package <http://link.springer.com>
4. Электронные ресурсы AIPP Digital <https://scitation.org/ebooks>
5. Bentham Science Publishers <https://eurekaselect.com/bypublication>
6. Chemical Abstracts Service <https://scifinder-n.cas.org/>
7. Bentham Science Publishers <https://eurekaselect.com/bybook>
8. 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.
9. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
10. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется

подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

11. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
12. 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.
13. 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).
14. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
15. 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.
16. 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.
17. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. 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 «*Технология и оборудование производства полимеров*» проводятся в форме лекций 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

Наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии синтеза и переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания. Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству изделий из полимеров и композитов, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор № 33.03-Р-3.1-4425/2022 от 01.06.2022 г. Сумма договора – 398 840-00 С 01.06.2022 г. по 31.05.2023 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
3	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор № 33.03-Р-3.1-4426/2022 от 20.04.2022 Сумма договора - 100 000-00 20.04.2022 г.-19.04.2023 г. Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
4	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор № № 33.03-Л-3.1-4377/2022 от 16.03.2022 Сумма договора – 478 304.00 16.03.2022 г.-15.03.2023 г. Ссылка на сайт https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

5	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 от 06.04.2022 Сумма договора – 31500 -00 06.04.2022 г.-05.04.2023 г. Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
6	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор № 33.03-Л-3.1-4376/2022 от 11.04.2022 Сумма договора – 108 000-00 11.04.2022 г.-10.04.2023 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
7	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.12.2022 г. № 1957 С 01.01.2023 г. по 30.06.2023 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. Глубина доступа: 2019-2023 гг.
8	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.12.2022 г. № 1955 С 01.01.2023 г. по 30.06.2023 г. Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.

9	Электронные ресурсы Springer Nature_Life Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематическую коллекцию Life Sciences Packag на платформе: https://link.springer.com/
		РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ неограничен.	Adis Journals - база данных, содержащая полнотекстовые издательства Springer Nature, а именно журналы Adis (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт- https://www.nature.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно журналы Nature journals, Academic journals, Scientific American (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package на платформе https://www.nature.com/
10	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1950 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1950 Бессрочно Ссылка на сайт- https://www.nature.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.com

11	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1949 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ Бессрочно Ссылка на сайт- https://www.nature.com	Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/ Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
12	База данных 2021 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Бессрочно Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections - полнотекстовая коллекция книг (монографий) издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2021 г.).
13	База данных 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Springer eBook Collections – полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний (год издания 2022- 2023, а именно тематические коллекции книг Physical Sciences, Social Sciences, Life Sciences, Engineering Packages).
14	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984-2021 гг.
15	World Scientific Publishing Co Pte Ltd.	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция

	База данных World Scientific Complete eJournal Collection	Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1137 С 01.01.2022 - бессрочно Ссылка на сайт- https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен	журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско- тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2022 г.
16	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания. Глубина доступа: 1929- 1998 гг.
17	Электронные ресурсы AIPP E- Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен	AIPP E-Book Collection I + Collection I -база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания. Глубина доступа: 2020 - 2022 гг.
18	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен.	Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2022 г.
19	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers на

		Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен.	английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2004-2022 гг.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
3	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0
5	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки:	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

	Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams			
7	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
8	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
9	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
10	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 11.05.2023 № 19-343К/2023	не ограничено, лимит проверок 10000	19.05.2024

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Анализ современных технологических процессов синтеза полимеров. Полиолефины. Полистирол и его сополимеры. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Полимеры акриловой и метакриловой кислот	Знает: - закономерности химических и физических процессов при производстве полимеров; - технологические основы организации современных процессов производства полимеров; - современные требования к аппаратному оформлению основных процессов производства полимеров. - методы контроля основных технологических параметров процессов производства полимеров; - методы оптимизации химико-технологических процессов производства полимеров; - методы оценки эффективности процессов производства полимеров. Умеет: - составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов производства полимеров, уметь их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием. - выбирать технологические параметры для конкретных технологических процессов с учётом особенностей химических и физико-химических свойств полимерных материалов; - выбирать аппараты для конкретного процесса производства полимеров; - организовать управление технологическими процессами производства полимеров с максимальной степенью эффективности. Владеет: - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования процессов производства полимеров; - методами анализа эффективности работы конкретного производства полимеров;	Контрольная работа 1, доклад, задание в форме тестов, итоговая контрольная работа, зачёт.

	- методами управления и регулирования химико-технологическими процессами производства полимеров.	
Раздел 2. Полиэфиры. Полиамиды. Эпоксидные олигомеры. Амидоальдегидные и фенолальдегидные олигомеры	Знает: - закономерности химических и физических процессов при производстве полимеров; - технологические основы организации современных процессов производства полимеров; - современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов производства полимеров. - методы контроля основных технологических параметров процессов производства полимеров; - методы оптимизации химико-технологических процессов производства полимеров; - методы оценки эффективности процессов производства полимеров. Умеет: - составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов производства полимеров, уметь их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием. - выбирать технологические параметры для конкретных технологических процессов с учётом особенностей химических и физико-химических свойств полимерных материалов; - выбирать аппараты для конкретного процесса производства полимеров; - организовать управление технологическими процессами производства полимеров с максимальной степенью эффективности. Владеет: - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования процессов производства полимеров; - методами анализа эффективности работы конкретного производства полимеров;	Контрольная работа 2, доклад, задание в форме тестов, итоговая контрольная работа, зачёт.

	- методами управления и регулирования химико-технологическими процессами производства полимеров.	
Раздел 3. Кремнийорганические полимеры. Химически модифицированные полимеры. Эластомеры и термоэластопласты. Современные технологии создания полимеров и материалов на их основе	Знает: - закономерности химических и физических процессов при производстве полимеров; - технологические основы организации современных процессов производства полимеров; - современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов производства полимеров. - методы контроля основных технологических параметров процессов производства полимеров; - методы оптимизации химико-технологических процессов производства полимеров; - методы оценки эффективности процессов производства полимеров. Умеет: - составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов производства полимеров, уметь их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием. - выбирать технологические параметры для конкретных технологических процессов с учётом особенностей химических и физико-химических свойств полимерных материалов; - выбирать аппараты для конкретного процесса производства полимеров; - организовать управление технологическими процессами производства полимеров с максимальной степенью эффективности. Владеет: - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования процессов производства полимеров; - методами анализа эффективности работы конкретного производства полимеров;	Контрольная работа 3, доклад, задание в форме тестов, итоговая контрольная работа, зачёт.

	- методами управления и регулирования химико-технологическими процессами производства полимеров.	

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
«Технология и оборудование производства полимеров»**

основной образовательной программы

Специальность: 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 – «Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств»

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Моделирование процессов нефтегазохимии, промышленной
органической химии и производств полимеров»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом И.С. Сиротиным; к.х.н., старшим преподавателем И.В. Тарасовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Передовой инженерной школы Химического инжиниринга и машиностроения.
«__» _____ 20__ г., протокол № __.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств, накопленным опытом преподавания дисциплин химической технологии, цифрового инжиниринга и компьютерного моделирования.

Дисциплина «Моделирование процессов нефтегазохимии, промышленной органической химии и производств полимеров» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается в 9 семестре. Контроль успеваемости проводится по рейтинговой системе, форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой.

Цель дисциплины - формирование у обучающихся системных представлений и практических навыков применения компьютерного моделирования для расчетно-проектного анализа типовых процессов нефтегазохимии, промышленной органической химии и производств полимеров на уровне учебных и предварительных инженерных задач.

Задачи дисциплины:

- обобщить сведения о роли компьютерного моделирования в разработке и анализе технологических процессов нефтегазохимии, основного органического синтеза и полимерных производств;
- сформировать представления о выборе компонентного состава, термодинамических моделей, реакционных блоков и моделей разделения для многокомпонентных органических и углеводородных систем;
- освоить приемы построения и анализа учебных расчетных схем процессов органического синтеза, нефтегазохимии и получения полимеров;
- сформировать умения выполнять параметрический анализ расчетной модели, сопоставлять результаты с физико-химическим смыслом процесса и технологическими ограничениями;
- развить навыки подготовки расчетного отчета и аргументированного представления результатов моделирования.

Рабочая программа дисциплины может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональной компетенции ПК-3 и индикаторов ее достижения.

Код	Наименование компетенции	Индикаторы достижения
ПК-3	Способен формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок в области химического машиностроения	ПК-3.1 Знает основы химии и физической химии полимеров, реологии полимеров, технологии и оборудование переработки полимеров, необходимые для адаптации инженерных решений под специфику химического машиностроения. ПК-3.2 Умеет формулировать и реализовывать цели и задачи инженерных разработок со знанием химической природы процесса. ПК-3.3 Владеет навыками разработки инженерных решений, в том числе с использованием современных цифровых технологий.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Индикатор	Знать	Уметь	Владеть
ПК-3.1	основные закономерности и особенности моделирования процессов нефтегазохимии, промышленной органической химии и производств полимеров; влияние химической природы сырья, мономеров, полимеров и реакционных систем на постановку расчетной задачи	определять существенные физико-химические и технологические факторы, которые необходимо учитывать при построении учебной модели процесса	терминологией и базовыми представлениями о связи химической природы процесса с выбором расчетной схемы, моделей свойств и ограничений моделирования
ПК-3.2	подходы к постановке целей расчетно-проектного анализа, выбору исходных данных, расчетных допущений и критериев сравнения вариантов технологической схемы	формулировать учебную инженерную задачу моделирования, выбирать структуру расчетной схемы и выполнять анализ влияния режимных параметров на показатели процесса	начальными навыками постановки и выполнения типовой расчетно-проектной задачи с учетом химической природы моделируемого процесса
ПК-3.3	возможности и ограничения современных цифровых средств моделирования, включая учебные среды GIBBS и DWSim, а также обзорно - промышленные симуляторы Aspen Plus, Aspen HYSYS, ChemCAD, PRO/II, UniSim Design	строить и анализировать простые компьютерные модели реакционных, разделительных и полимеризационных процессов в рамках учебных заданий	базовыми навыками применения цифровых технологий для расчета, интерпретации и документирования результатов моделирования процессов нефтегазохимии, органического синтеза и полимерных производств

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 9
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в том числе:	64	64
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	71	71
Контроль	9	9
Форма промежуточной аттестации	зачет с оценкой	зачет с оценкой

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ раздела	Наименование раздела	Лекции, ч	Практические, ч	СР, ч	Всего, ч
1	Компьютерное моделирование в нефтегазохимии, промышленной органической химии и производстве полимеров	6	4	12	22
2	Моделирование процессов	10	10	20	40

	нефтегазохимии и промышленной органической химии				
3	Моделирование процессов получения мономеров, полимеров и полимерных материалов	10	10	22	42
4	Расчетно-проектный анализ технологических схем и подготовка отчета	6	8	17	31
	Итого	32	32	71	135

9 часов контроля учитываются отдельно в общей трудоемкости дисциплины.

Раздел 1. Компьютерное моделирование в нефтегазохимии, промышленной органической химии и производстве полимеров

Роль моделирования в жизненном цикле технологического процесса. Типовые задачи моделирования: расчет материальных и тепловых балансов, анализ реакционных и разделительных узлов, оценка влияния режимных параметров, предварительное сравнение вариантов технологической схемы. Обзор специализированного программного обеспечения: GIBBS и DWSim как применяемые учебные среды; Aspen Plus, Aspen HYSYS, ChemCAD, PRO/II, UniSim Design как примеры промышленных систем моделирования, рассматриваемые в обзорном порядке без включения в перечень обязательного лицензионного программного обеспечения.

Раздел 2. Моделирование процессов нефтегазохимии и промышленной органической химии

Особенности компонентного состава углеводородных и органических систем. Выбор термодинамических моделей и допущений. Моделирование реакционных узлов, процессов разделения, ректификации, абсорбции, конденсации и теплообмена. Схемы с рециклом, продувкой, побочными потоками и изменением состава сырья.

Раздел 3. Моделирование процессов получения мономеров, полимеров и полимерных материалов

Особенности моделирования процессов получения мономеров и полимеризации. Учет теплового эффекта, состава реакционной среды, ограничений по температуре, вязкости, времени пребывания и качественным показателям продукта. Представление полимерных систем и технологических стадий в расчетной модели на уровне учебных постановок.

Раздел 4. Расчетно-проектный анализ технологических схем и подготовка отчета

Параметрические исследования, анализ чувствительности, сравнение вариантов режима и схемы. Проверка корректности результатов и типовые источники расчетных ошибок. Подготовка отчета по компьютерному моделированию: исходные данные, расчетные допущения, результаты, графики, таблицы потоков, выводы и ограничения применимости модели.

5. СООТВЕТСТВИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ ФОРМИРУЕМЫМ КОМПЕТЕНЦИЯМ

Код компетенции	Индикатор	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
ПК-3	ПК-3.1	+	+	+	
ПК-3	ПК-3.2		+	+	+
ПК-3	ПК-3.3	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

6.2. Практические занятия

№	Раздел	Наименование практического занятия	Часы
1	1	Постановка задачи моделирования отраслевого химико-технологического процесса. Исходные данные, расчетные допущения, критерии анализа.	4
2	1	Обзор специализированного ПО: GIBBS, DWSim и промышленные симуляторы Aspen Plus, Aspen HYSYS, ChemCAD, PRO/II, UniSim Design.	4
3	2	Выбор компонентного состава и термодинамической модели для многокомпонентной углеводородной или органической системы.	4
4	2	Моделирование реакционного узла процесса промышленной органической химии в упрощенной учебной постановке.	4
5	2	Моделирование разделительного узла: сепарация, ректификация или абсорбция. Анализ влияния режима.	4
6	3	Моделирование элемента процесса получения мономера или полимеризационного процесса на уровне учебной расчетной схемы.	4
7	3	Параметрическое исследование влияния технологического режима на выход, состав или качественный показатель продукта.	4
8	4	Подготовка расчетного отчета и защита результатов моделирования технологической схемы.	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа обучающихся направлена на закрепление теоретических положений дисциплины, подготовку к практическим занятиям и выполнение расчетного отчета.

Вид самостоятельной работы	Часы
Проработка лекционного материала и подготовка к текущему контролю	18
Изучение учебной и справочной литературы по моделированию процессов нефтегазохимии, органического синтеза и полимерных производств	18
Подготовка исходных данных и расчетных допущений к практическим заданиям	15
Оформление расчетного отчета по результатам моделирования	14
Подготовка к зачету с оценкой	6
Итого	71

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль включает оценку выполнения практических расчетных заданий, контрольных вопросов по разделам дисциплины и расчетного отчета. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой в 9 семестре.

8.1. Примеры вопросов для текущего контроля

1. Назовите основные этапы постановки задачи моделирования процесса нефтегазохимии или промышленной органической химии.
2. Какие факторы учитывают при выборе термодинамической модели для углеводородной системы?
3. В чем состоят особенности моделирования схем с рециклом и продувкой?
4. Какие исходные данные необходимы для моделирования реакционного узла органического синтеза?
5. Какие показатели можно использовать для сравнения вариантов технологического режима?
6. Чем учебная расчетная модель отличается от промышленной модели технологической установки?

8.2. Примеры практико-ориентированных заданий

1. Сформулировать расчетную задачу для выбранного процесса нефтегазохимии, определить входные и выходные потоки, расчетные допущения и контролируемые показатели.
2. Выбрать модель физико-химических свойств для заданной многокомпонентной системы и обосновать выбор на уровне учебной задачи.
3. Построить расчетную схему реакционного и разделительного узлов, выполнить расчет и представить таблицу потоков.
4. Выполнить параметрическое исследование влияния температуры, давления или соотношения сырьевых потоков на результаты моделирования.
5. Подготовить отчет, включающий исходные данные, структуру модели, результаты расчета, выводы и ограничения применимости модели.

8.3. Вопросы к зачету с оценкой

1. Роль компьютерного моделирования в инженерных разработках процессов нефтегазохимии и промышленной органической химии.
2. Особенности выбора компонентного состава для органических и углеводородных систем.
3. Выбор термодинамической модели: критерии и ограничения применимости.
4. Моделирование реакционных узлов в учебной расчетной постановке.
5. Моделирование разделительных процессов: сепарация, ректификация, абсорбция.
6. Схемы с рециклом и продувкой: назначение и расчетные особенности.
7. Особенности моделирования процессов получения мономеров.
8. Особенности моделирования процессов получения полимеров.
9. Учет теплового эффекта и технологических ограничений при анализе процесса.
10. Параметрические исследования и анализ чувствительности расчетной схемы.
11. Проверка физико-химической корректности результатов моделирования.
12. Обзор специализированного ПО для моделирования химико-технологических процессов.
13. Применение GIBBS и DWSim в учебных расчетных задачах.
14. Структура расчетного отчета по результатам моделирования.
15. Ограничения применимости учебной компьютерной модели технологического процесса.

8.4. Критерии оценивания

Оценка	Критерии
Отлично	обучающийся правильно формулирует задачу моделирования, обоснованно выбирает исходные данные и расчетные допущения, корректно интерпретирует результаты и уверенно защищает расчетный отчет
Хорошо	обучающийся в целом правильно выполняет расчетное задание и объясняет результаты, допускает отдельные неточности, не искажающие общий вывод
Удовлетворительно	обучающийся выполняет основные этапы задания, но нуждается в уточняющих вопросах и допускает ошибки в обосновании выбора модели или интерпретации результатов
Неудовлетворительно	обучающийся не демонстрирует понимания постановки задачи моделирования, не выполняет основные расчетные действия или не может объяснить полученные результаты

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Ахназарова С.Л., Гордеев Л.С., Глебов М.Б. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов с неполной информацией о механизме : учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010.
2. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Лань, 2020.
3. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013.
4. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии. - М.: Наука, 1991.

Б. Дополнительная литература

1. Общая химическая технология : учебник для вузов / под ред. И.П. Мухленова. - М.: Альянс.
2. Основы технологии нефтехимического синтеза : учебное пособие. - М.: Химия.
3. Технология пластических масс : учебное пособие. - М.: Химия.
4. Физическая химия полимеров : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Лань.
5. Справочные и методические материалы по применяемым программным средствам моделирования химико-технологических процессов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева.
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Образовательная платформа «Юрайт».
4. Журнал «Теоретические основы химической технологии».
5. Журнал «Химическая промышленность сегодня».
6. Журнал «Пластические массы».
7. Официальная документация DWSim и учебные материалы по GIBBS.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- электронные материалы лекций и презентации;
- методические указания к практическим расчетным занятиям;
- учебные примеры проектов в средах GIBBS и DWSim;

- варианты индивидуальных расчетных заданий;
- справочные материалы по выбору термодинамических моделей и анализу результатов моделирования;
- материалы для подготовки к зачету с оценкой.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

При освоении дисциплины используются электронные образовательные ресурсы университета, электронно-библиотечные системы, справочно-поисковые системы, средства подготовки расчетных отчетов и программные среды компьютерного моделирования химико-технологических процессов.

В ходе дисциплины применяются GIBBS и DWSim. Специализированные промышленные пакеты Aspen Plus, Aspen HYSYS, ChemCAD, PRO/II и UniSim Design рассматриваются обзорно как примеры программных средств, применяемых в отрасли; их упоминание не означает обязательного использования в учебном процессе и не включается в перечень лицензионного программного обеспечения дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Помещения

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения лекционных занятий, компьютерные классы для практических занятий, помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные доступом к сети Интернет и электронным образовательным ресурсам университета.

11.2. Оборудование

- персональные компьютеры или ноутбуки обучающихся;
- мультимедийный проектор или интерактивная панель;
- доступ к локальной сети и сети Интернет;
- средства демонстрации презентационных и расчетных материалов.

11.3. Перечень программного обеспечения

Наименование	Назначение
GIBBS	учебное моделирование химико-технологических процессов
DWSim	свободно распространяемая среда моделирования химико-технологических процессов
Офисный пакет	подготовка расчетных отчетов, таблиц и презентационных материалов
Средства просмотра PDF и браузер	работа с электронными образовательными ресурсами и справочными материалами

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начинать с повторения базовых сведений по общей химической технологии, физической химии, процессам и аппаратам химической технологии, химии мономеров, химии и физике полимеров. Особое внимание следует уделять постановке расчетной задачи и критическому анализу исходных данных.

При выполнении практических работ обучающимся рекомендуется фиксировать принятые допущения, используемые модели свойств, значения ключевых параметров, признаки сходимости расчета и ограничения применимости полученных результатов. Итоговый расчетный отчет должен содержать не только таблицы и графики, но и инженерную интерпретацию результатов моделирования.

Преподавателю рекомендуется сочетать демонстрационные примеры, индивидуальные расчетные задания и обсуждение типовых ошибок, возникающих при моделировании многокомпонентных органических, углеводородных и полимерных систем.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Нефтегазохимия и промышленная органическая химия»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза, д.х.н., профессором Р.А. Козловским.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Нефтегазохимия и промышленная органическая химия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: органическая химия, физическая химия, химия мономеров, введение в химическую технологию, процессы и аппараты химической технологии.

Цель дисциплины - сформировать системные представления о сырьевой базе, основных продуктах, реакционных и разделительных процессах нефтегазохимии и промышленной органической химии, а также о принципах контроля качества сырья, полупродуктов и готовой продукции.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о составе, свойствах и требованиях к сырью, полупродуктам и готовой продукции соответствующих производств;
- изучить основные технологические и аппаратурные решения, применяемые в нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- развить умение анализировать технологические схемы, показатели качества продукции и результаты расчетов;
- сформировать начальные навыки подготовки расчетно-аналитических материалов и технических выводов по результатам выполнения учебных заданий.

Дисциплина «Нефтегазохимия и промышленная органическая химия» преподается в 6 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:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание	Обобщенные трудовые функции
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера; анализ и контроль технологических процессов и качества продукции.	Химическое, химико-технологическое производство ; технологические комплексы нефтегазохимии, промышленной органической химии и малотоннажного синтеза.	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа ПК-4.3 Владеет современным и методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям выпускников; консультации с работодателями ; обобщение отечественного и зарубежного опыта.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», обобщенная трудовая функция А.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;
- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.

Уметь:

- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;
- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;
- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.

Владеть:

- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;
- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,97	71	53,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	0,4	0,3
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Сырьевая база нефтегазохимии и промышленной органической химии	36	-	8	-	8	-	-	20
2	Раздел 2. Основные процессы переработки углеводородного сырья	36	-	8	-	8	-	-	20
3	Раздел 3. Промышленная органическая химия и продукты основного органического синтеза	36	-	8	-	8	-	-	20
4	Раздел 4. Контроль качества, экологические и технологические ограничения	36	-	8	-	8	-	-	20
	ИТОГО	144	-	32	-	32	-	-	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Сырьевая база нефтегазохимии и промышленной органической химии

Состав и свойства нефти, природного и попутного нефтяного газа, газоконденсатного сырья, продуктов первичной переработки нефти. Классификация углеводородного и кислород-, азот-, серосодержащего сырья. Требования к качеству сырья, методы предварительной подготовки, очистки и фракционирования. Роль нефтегазохимии в современном химическом комплексе.

Раздел 2. Основные процессы переработки углеводородного сырья

Термические, каталитические и гидрогенизационные процессы переработки углеводородов. Пиролиз, каталитический крекинг, риформинг, изомеризация,

алкилирование, дегидрирование, окисление, гидрирование. Технологические параметры, селективность, конверсия, выход целевых продуктов, побочные реакции.

Раздел 3. Промышленная органическая химия и продукты основного органического синтеза

Производство олефинов, ароматических углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, кислот, мономеров и промежуточных продуктов. Сырьевые маршруты и продуктовые цепочки. Связь нефтегазохимических процессов с производством полимеров, функциональных материалов и малотоннажной химии.

Раздел 4. Контроль качества, экологические и технологические ограничения

Показатели качества сырья и продуктов, методы анализа углеводородных смесей и органических продуктов. Технологические риски, обращение с горючими и токсичными веществами, энергоэффективность и ресурсосбережение, экологические ограничения и направления модернизации производств.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
2	- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;	+	+	+	+
3	- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.	+	+	+	+
	Уметь:				
4	- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;	+	+	+	+

5	- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;	+	+	+	+
6	- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.	+	+	+	+
	Владеть:				
7	- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;	+	+	+	+
8	- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
9	- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.	+	+	+	+

№	Компетенция	Индикатор достижения	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3/4
1	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	+	+	+
2	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	+	+	+
3	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку	ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+	+

	результатов анализа			

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Нефтегазохимия и промышленная органическая химия». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания составляет 15 баллов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Анализ исходного сырья, продуктовых потоков и показателей качества для заданного процесса.	8
2	2	Составление материального баланса технологического узла и расчет выхода целевого продукта.	8
3	3	Выбор и обоснование технологических параметров процесса с учетом селективности, качества продукции и безопасности.	8
4	4	Анализ технологической схемы, выявление узких мест и подготовка расчетно-аналитического отчета.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Нефтегазохимия и промышленная органическая химия» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;
- подготовку к выполнению практических заданий и оформлению расчетно-аналитических отчетов;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное

повторение пройденного материала и работу с литературными источниками. При работе с 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 практических заданий, контрольных работ и итогового контроля в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка составляет 100 баллов: практические задания - до 30 баллов, текущие контрольные работы - до 30 баллов, итоговый контроль - до 40 баллов.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Контрольная работа содержит 2 вопроса или одно расчетно-аналитическое задание.

1. Перечислите основные показатели качества сырья и продуктов, контролируемые в рассматриваемом технологическом процессе.
2. Объясните влияние температуры, давления и состава сырья на селективность и выход целевого продукта.
3. Опишите структуру технологической схемы производства и назначение ее основных узлов.
4. Сформулируйте критерии выбора технологического или аппаратного решения для заданного производства.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой).

1. Сырьевая база нефтегазохимии: состав, свойства, требования к подготовке.
2. Основные продукты промышленной органической химии и их технологические цепочки.
3. Каталитические процессы переработки углеводородного сырья.
4. Пиролиз углеводородов: назначение, продукты, факторы, влияющие на выход.
5. Гидрирование, дегидрирование и окисление в нефтегазохимии.

6. Методы контроля состава и качества сырья, полупродуктов и готовой продукции.
7. Материальный баланс технологической схемы и его использование для анализа процесса.
8. Тепловой баланс и энергосбережение в технологических схемах органического синтеза.
9. Рециклы, продувки и их влияние на устойчивость технологического режима.
10. Критерии сравнения вариантов технологических схем.
11. Аппаратурное оформление реакционных процессов нефтегазохимии.
12. Аппараты разделения и очистки продуктов органического синтеза.
13. Безопасность процессов с горючими и токсичными веществами.
14. Экологические ограничения и обращение с побочными продуктами.
15. Подготовка расчетно-аналитического отчета по технологической схеме.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Нефтегазохимия и промышленная органическая химия» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов или одного вопроса и одного расчетно-аналитического задания.

Пример билета для зачета с оценкой:

Билет № 1

1. Сырьевая база и основные технологические стадии заданного производства.
2. Анализ показателей качества продукции и обоснование контролируемых параметров технологического процесса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки углеводородных газов : учебник для вузов / В. С. Арутюнов, И. А. Голубева, О. Л. Елисеев, Ф. Г. Жагфаров. - Москва :

Издательство Юрайт, 2025. - 723 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12398-2. - Текст : электронный.

2. Каминский, В. А. Органическая химия : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 583 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-20926-6. - Текст : электронный.

3. Мартынова, Т. В. Химия : учебник и практикум для вузов / Т. В. Мартынова, И. В. Артамонова, Е. Б. Годунов ; под общ. ред. Т. В. Мартыновой. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09668-2. - Текст : электронный.

Б. Дополнительная литература

1. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 287 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02906-2. - Текст : электронный.

2. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 314 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02911-6. - Текст : электронный.

3. Справочные материалы, стандарты и техническая документация по технологическим процессам нефтегазохимии, промышленной органической химии и оборудованию химических производств.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Нефтехимия». ISSN 0028-2421. Научный журнал по химии и технологии нефтехимических процессов, катализа и переработки углеводородного сырья.

2. Журнал «Химическая промышленность сегодня». ISSN 0023-110X. Публикует материалы по технологиям, оборудованию, экономике и экологии химических производств.

3. Журнал «Катализ в промышленности». ISSN 1816-0387. Научно-практическое издание по промышленному катализу и каталитическим процессам.

4. Реферативные и библиографические базы данных ВИНТИ РАН, eLIBRARY.RU, Google Scholar, DOAJ.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева: <http://eios.muctr.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.
- Система федеральных образовательных порталов: <http://www.openedu.ru/>.
- Образовательная платформа «Юрайт»: <https://urait.ru/>.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, обеспечивающий обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. При освоении дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, справочно-поисковые системы и ресурсы научно-технической информации.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Для проведения занятий используются учебные аудитории, оснащенные доской, мультимедийным проектором, экраном, компьютером преподавателя, а также аудитории для практических занятий с доступом к справочным и электронным образовательным ресурсам.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Технологические схемы нефтегазохимических и органических производств, таблицы свойств сырья и продуктов, методические материалы к практическим занятиям, примеры расчетных и аналитических отчетов.

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

Используются компьютерное и видеопроекционное оборудование, доступ к сети Интернет, электронным библиотечным системам, справочным правовым и научно-техническим ресурсам.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебные пособия, справочники, нормативные документы, электронные учебно-методические материалы, научные и отраслевые периодические издания.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office / офисный пакет	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / русская ОС при наличии	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Internet-браузеры, средства просмотра PDF-документов	свободно распространяемое ПО / лицензии университета	не ограничено	бессрочно / по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Сырьевая база нефтегазохимии и промышленной органической химии	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (6 семестр). Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).
Раздел 2. Основные процессы переработки углеводородного сырья	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (6 семестр). Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).
Раздел 3. Промышленная органическая химия и продукты основного органического синтеза	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (6 семестр). Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).
Раздел 4. Контроль качества, экологические и технологические ограничения	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (6 семестр). Оценка за зачет с оценкой (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 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Нефтегазохимия и промышленная органическая химия»
основной образовательной программы**

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория химических процессов»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация – №9 Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии тонкого органического синтеза и химии красителей** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Теория химических процессов»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической и физической химии, химической технологии и оборудования химических процессов, математики, в частности в следующих областях: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, компьютеры, органическая химия, механизмы органических реакций, вычислительная математика, физическая химия, процессы и аппараты, общая химическая технология, промышленная органическая химия.

Цель дисциплины – углубление и расширение теоретической подготовки студентов в области реакций и процессов органического синтеза до уровня, необходимого для последующего освоения специальных дисциплин профиля.

Задачи дисциплины

- приобретением студентами знаний о теоретических основах химических, физико-химических и физических методов исследования, а также методов реализации органических реакций;

- приобретение навыков в постановке и решении задач по определению количественных закономерностей и использованию полученных данных для практической реализации процессов органического синтеза.

Дисциплина «Теория химических процессов органического синтеза» преподается в 6 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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство; Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности и (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 года N 121н; Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы А/01.5 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации 5) А/02.5
			ПК-4.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты	
			ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	

				Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (уровень квалификации 5) А/03.5 Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ (уровень квалификации 5)

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- теоретические основы протекания органических реакций;
- взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций;
- принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза.

Уметь:

- самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций;
- использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций;
- использовать количественные закономерности и представления о механизме реакций для оптимальной практической реализации процессов органического синтеза.

Владеть:

- методами расчета материального баланса и количественных показателей простых и сложных органических реакций;
- методами исследования кинетики и механизма органических реакций;
- методами математического моделирования химических процессов органического синтеза.

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:	1,6	64	72
Лекции	0,8	32	24
Практические занятия	0,8	32	24
Самостоятельная работа	1,97	71	53,25
Контактная самостоятельная работа	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,97	71	53,25
Вид контроля:	Зачет с оценкой		
	0,25	9	6,75

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	Лек	Пр	СР
1	Раздел 1. Стехиометрия реакций, расчет материального баланса химических процессов.	15	2	2	9
1.1	Классификация химических реакций и компонентов реакционной смеси. Стехиометрия и материальный баланс реакции.	6,5	1	1	4,5
1.2	Независимые реакции и ключевые вещества. Степень конверсии, выход, селективность и их связь с концентрациями, парциальными давлениями и мольными долями.	6,5	1	1	4,5
2	Раздел 2. Основы кинетического исследования органических реакций.	16	4	4	8
2.1	Скорости превращения веществ и скорости реакций, их связь. Кинетические уравнения и кинетическая модель процесса. Механизм реакции. Кинетика и механизм элементарных реакций. Переходное состояние. Влияние растворителя на скорость элементарных реакций в растворе. Электростатическая и специфическая сольватация.	4	1	1	2
2.2	Кинетика и механизм неэлементарных реакций. Методы и примеры построения кинетических уравнений, их связь с механизмом реакции. Метод маршрутов для построения кинетических уравнений и моделей многомаршрутных реакций. Существование реагентов в различных формах, аналитически определяемые концентрации, преобразование кинетических уравнений и моделей с учетом различных форм реагентов.	4	1	1	2
2.3	Методика кинетического исследования и экспериментальные установки. Периодический, полунепрерывный и непрерывные реакторы смешения и вытеснения. Модели идеальных реакторов. Основы обработки кинетических данных. Поиск параметров кинетических уравнений линейным и нелинейным методом	4	1	1	2

	наименьших квадратов. Оценка адекватности моделей эксперименту. Оценка доверительных интервалов параметров кинетических уравнений и моделей.				
2.4	Преобразование кинетических уравнений в линейную форму относительно определяемых параметров. Интегральный и дифференциальный методы обработки кинетических данных. Необратимые простые реакции в периодическом и непрерывных реакторах смешения и вытеснения. Обратимые реакции. Исследование влияния температуры на скорость реакции.	4	1	1	2
3	Раздел 3. Механизм и кинетика радикальных реакций	19	5	5	9
3.1	Радикальные реакции в технологии органических веществ. Цепные реакции. Термическое и химическое инициирование цепи, реакции фотолиза и радиолиза. Реакции развития цепи, длина цепи, квантовый и радиационно-химический выход. Реакции обрыва цепи.	5	1	1	3
3.2	Механизм и кинетика радикальных реакций замещения. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции, реакции с вырожденным разветвлением цепи на примере промышленно важных реакций галогенирования, сульфохлорирования и окисления. Механизм и кинетика радикально-цепных реакций расщепления, присоединения, теломеризации и полимеризации.	7	2	2	3
3.3	Особенности исследования кинетики радикально-цепных реакций и обработки кинетических данных, полученных в реакторах разных типов.	7	2	2	3
4	Раздел 4. Механизм и кинетика гомогеннокаталитических реакций	21	6	6	9
4.1	Классификация гомогенных катализаторов, их активность и селективность. Нуклеофильный катализ. Механизм и кинетика его в реакциях замещения, расщепления и присоединения. Кинетический анализ простейших схем гомогеннокаталитических реакций на примере нуклеофильного катализа. Автокатализ. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа. Кислотно-	8	2	2	3

	основный и электрофильный катализ. Механизм кислотного и электрофильного катализа нуклеофильных и электрофильных реакций замещения, присоединения, отщепления.				
4.2	Механизм основно-каталитических реакций. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Абсолютная шкала кислотности, функции кислотности. Скорости реакций кислот с основаниями. Специфический и общий кислотно-основной катализ. Особенности кинетики и механизм. Кислотность и каталитическая активность, уравнение Бренстеда.	7	2	2	3
4.3	Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Элементарные стадии металлокомплексного катализа: диссоциация, присоединение и замещение лигандов, перенос электрона, внедрение по связи металл-лиганд, элиминирование, диссоциативное присоединение. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов. Ферментативный катализ. Особенности кинетики и обработки кинетических данных. Имобилизованные гомогенные катализаторы, ионообменные полимеры, другие способы иммобилизации.	7	2	2	3
5	Раздел 5. Кинетика гетерофазных реакций	15	3	3	9
5.1	Общая характеристика и значение гетерофазных реакций в органическом синтезе. Кинетическая область гетерофазных реакций, ее признаки и экспериментальное подтверждение. Кинетика, катализ межфазного переноса.	5	1	1	3
5.2	Основные количественные закономерности, методика эксперимента и обработки кинетических данных. Кинетика гетерофазных реакций в переходной области при сравнительно медленной химической реакции без учета превращений в пограничной пленке.	5	1	1	3
5.3	Диффузионная область гетерофазных реакций при мгновенной химической реакции. Явление ускорения массопередачи. Влияние гетерофазности на селективность реакций.	5	1	1	3
6	Раздел 6. Механизм и кинетика гетерогеннокаталитических	15	3	3	9

	реакций				
6.1	Гетерогенный катализ в технологии органических веществ. Классификация гетерогенных катализаторов, требования к ним, способы получения, основные характеристики. Гетерогенный катализ и адсорбция.	7	1	1	5
6.2	Механизм кислотно-основного и металлокомплексного гетерогенного катализа. Теоретические основы подбора катализаторов. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального определения. Кинетическая область гетерогенного катализа. Уравнение Лэнгмюра-Хиншельвуда. Кинетика реакций при сравнимых скоростях нескольких стадий на поверхности катализатора.	6	1	1	4
6.3	Кинетическая область катализа на неоднородной поверхности. Адсорбционная область катализа на однородной и неоднородной поверхности. Кинетика реакции при сравнимой скорости адсорбции и химической реакции на поверхности. Внешнедиффузионная и переходные области катализа; кинетика реакций. Устойчивость внешнедиффузионной и переходной областей гетерогенного катализа. Внутридиффузионная и переходные области гетерогенного катализа, кинетика, фактор эффективности, Раздел Тиле. Область протекания гетерогеннокаталитических реакций и селективность.	2	1	1	-
7	Раздел 7. Особенности исследования кинетики сложных реакций	18	4	4	10
7.1	Параллельные реакции одинакового и разного порядков, метод конкурирующих реакций. Количественное описание состава продуктов и селективности параллельных реакций в реакторах разных типов, экспериментальное определение кинетических констант и их отношений.	7	1	1	5
7.2	Последовательные и последовательно-параллельные реакции, их общие кинетические закономерности в реакторах разных типов. Количественное описание состава продуктов и селективности последовательных и последовательно-параллельных реакций, нахождение отношений констант по составу продуктов.	9	2	2	5

7.3	Функции распределения продуктов последовательных и последовательно-параллельных реакций. Кинетическое исследование сложных систем последовательных и параллельных реакций.	2	1	1	-
8	Раздел 8. Применение кинетических моделей для выбора условий проведения реакции	18	5	5	8
8.1	Удельная производительность идеальных реакторов и их сочетаний, выбор типа реакционных узлов. Влияние концентраций (парциальных давлений), степени конверсии и температуры на удельную производительность реакторов и их сочетаний. Выбор параметров различных реакций по этому критерию. Оптимальный профиль температур.	8	2	2	4
8.2	Экономические критерии оптимизации и основы их применения для простых реакций.	8	2	2	4
8.3	Селективность сложных реакций, зависимость ее от концентраций реагентов, степени конверсии, соотношения реагентов. Влияние на селективность типа реакторов, способа введения реагентов, температуры и давления. Выбор реакционных узлов и параметров реакции по критерию селективности. Применение экономических критериев оптимизации.	2	1	1	-
	Промежуточная аттестация				
	Всего часов	135	32	32	71
	Зачет с оценкой	9			
	ИТОГО	144			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Стехиометрия реакций, расчет материального баланса химических процессов.

1.1 Классификация химических реакций и компонентов реакционной смеси. Стехиометрия и материальный баланс реакции.

1.2 Независимые реакции и ключевые вещества. Степень конверсии, выход, селективность и их связь с концентрациями, парциальными давлениями и мольными долями.

Раздел 2. Основы кинетического исследования органических реакций.

2.1 Скорости превращения веществ и скорости реакций, их связь. Кинетические уравнения и кинетическая модель процесса. Механизм реакции. Кинетика и механизм элементарных реакций. Переходное состояние. Влияние растворителя на скорость элементарных реакций в растворе. Электростатическая и специфическая сольватация.

2.2 Кинетика и механизм неэлементарных реакций. Методы и примеры построения кинетических уравнений, их связь с механизмом реакции. Метод маршрутов для построения кинетических уравнений и моделей многомаршрутных реакций. Существование реагентов в различных формах, аналитически определяемые концентрации, преобразование кинетических уравнений и моделей с учетом различных форм реагентов.

2.3 Методика кинетического исследования и экспериментальные установки. Периодический, полунепрерывный и непрерывные реакторы смешения и вытеснения. Модели идеальных реакторов. Основы обработки кинетических данных. Поиск параметров кинетических уравнений линейным и нелинейным методом наименьших квадратов. Оценка адекватности моделей эксперименту. Оценка доверительных интервалов параметров кинетических уравнений и моделей.

2.4 Преобразование кинетических уравнений в линейную форму относительно определяемых параметров. Интегральный и дифференциальный методы обработки кинетических данных. Необратимые простые реакции в периодическом и непрерывных реакторах смешения и вытеснения. Обратимые реакции. Исследование влияния температуры на скорость реакции.

Раздел 3. Механизм и кинетика радикальных реакций.

3.1 Радикальные реакции в технологии органических веществ. Цепные реакции. Термическое и химическое инициирование цепи, реакции фотолиза и радиоллиза. Реакции развития цепи, длина цепи, квантовый и радиационно-химический выход. Реакции обрыва цепи.

3.2 Механизм и кинетика радикальных реакций замещения. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции, реакции с вырожденным разветвлением цепи на примере промышленно важных реакций галогенирования, сульфохлорирования и окисления. Механизм и кинетика радикально-цепных реакций расщепления, присоединения, теломеризации и полимеризации.

3.3 Особенности исследования кинетики радикально-цепных реакций и обработки кинетических данных, полученных в реакторах разных типов.

Раздел 4. Механизм и кинетика гомогеннокаталитических реакций.

4.1 Классификация гомогенных катализаторов, их активность и селективность. Нуклеофильный катализ. Механизм и кинетика его в реакциях замещения, расщепления и присоединения. Кинетический анализ простейших схем гомогеннокаталитических реакций на примере нуклеофильного катализа. Автокатализ. Факторы, определяющие

эффективность нуклеофильного катализа. Кисотно-основный и электрофильный катализ. Механизм кислотного и электрофильного катализа нуклеофильных и электрофильных реакций замещения, присоединения, отщепления.

4.2 Механизм основно-каталитических реакций. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Абсолютная шкала кислотности, функции кислотности. Скорости реакций кислот с основаниями. Специфический и общий кислотно-основный катализ. Особенности кинетики и механизм. Кислотность и каталитическая активность, уравнение Бренстеда.

4.3 Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Элементарные стадии металлокомплексного катализа: диссоциация, присоединение и замещение лигандов, перенос электрона, внедрение по связи металл-лиганд, элиминирование, диссоциативное присоединение. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов. Ферментативный катализ. Особенности кинетики и обработки кинетических данных. Имобилизованные гомогенные катализаторы, ионообменные полимеры, другие способы иммобилизации.

Раздел 5. Кинетика гетерофазных реакций.

5.1 Общая характеристика и значение гетерофазных реакций в органическом синтезе. Кинетическая область гетерофазных реакций, ее признаки и экспериментальное подтверждение. Кинетика, катализ межфазного переноса.

5.2 Основные количественные закономерности, методика эксперимента и обработки кинетических данных. Кинетика гетерофазных реакций в переходной области при сравнительно медленной химической реакции без учета превращений в пограничной пленке.

5.3 Диффузионная область гетерофазных реакций при мгновенной химической реакции. Явление ускорения массопередачи. Влияние гетерофазности на селективность реакций.

Раздел 6. Механизм и кинетика гетерогеннокаталитических реакций.

6.1 Гетерогенный катализ в технологии органических веществ. Классификация гетерогенных катализаторов, требования к ним, способы получения, основные характеристики. Гетерогенный катализ и адсорбция.

6.2 Механизм кислотно-основного и металлокомплексного гетерогенного катализа. Теоретические основы подбора катализаторов. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального определения. Кинетическая область гетерогенного катализа. Уравнение Лэнгмюра-Хиншельвуда. Кинетика реакций при сравнимых скоростях нескольких стадий на поверхности катализатора.

6.3 Кинетическая область катализа на неоднородной поверхности. Адсорбционная область катализа на однородной и неоднородной поверхности. Кинетика реакции при сравнимой скорости адсорбции и химической реакции на поверхности. Внешнедиффузионная и переходные области катализа; кинетика реакций. Устойчивость внешнедиффузионной и переходной областей гетерогенного катализа. Внутريدиффузионная и переходные области гетерогенного катализа, кинетика, фактор эффективности, Раздел Тиле. Область протекания гетерогеннокаталитических реакций и селективность.

Раздел 7. Особенности исследования кинетики сложных реакций.

7.1 Параллельные реакции одинакового и разного порядков, метод конкурирующих реакций. Количественное описание состава продуктов и селективности параллельных

реакций в реакторах разных типов, экспериментальное определение кинетических констант и их отношений.

7.2 Последовательные и последовательно-параллельные реакции, их общие кинетические закономерности в реакторах разных типов. Количественное описание состава продуктов и селективности последовательных и последовательно-параллельных реакций, нахождение отношений констант по составу продуктов.

7.3 Функции распределения продуктов последовательных и последовательно-параллельных реакций. Кинетическое исследование сложных систем последовательных и параллельных реакций.

Раздел 8. Применение кинетических моделей для выбора условий проведения реакции.

8.1 Удельная производительность идеальных реакторов и их сочетаний, выбор типа реакционных узлов. Влияние концентраций (парциальных давлений), степени конверсии и температуры на удельную производительность реакторов и их сочетаний. Выбор параметров различных реакций по этому критерию. Оптимальный профиль температур.

8.2 Экономические критерии оптимизации и основы их применения для простых реакций.

8.3 Селективность сложных реакций, зависимость ее от концентраций реагентов, степени конверсии, соотношения реагентов. Влияние на селективность типа реакторов, способа введения реагентов, температуры и давления. Выбор реакционных узлов и параметров реакции по критерию селективности. Применение экономических критериев оптимизации.

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:								
1	теоретические основы протекания органических реакций	+	+	+	+	+	+	+	+
2	взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций	+	+	+	+	+	+	+	+
3	принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза		+	+		+		+	+
	Уметь:								
4	самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций	+	+	+	+	+	+	+	+
5	использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций	+	+	+	+	+	+	+	+
6	использовать количественные закономерности и представления о механизме реакций для оптимальной практической реализации процессов органического синтеза							+	+
	Владеть:								
7	методами расчета материального баланса и количественных показателей простых и сложных органических реакций	+						+	+
8	методами исследования кинетики и механизма органических реакций		+	+	+	+	+	+	
9	методами математического моделирования химических процессов органического синтеза	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 32 акад. ч.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Расчет материальных балансов реакций.	1
2	1	Практическое занятие 2. Расчет степени конверсии, выхода, селективности, концентраций, парциальных давлений и мольных долей.	1
3	2	Практическое занятие 1. Элементарные реакции. Кинетические уравнения элементарных реакций. Влияние растворителя на скорость элементарных реакций в растворе.	1
4	2	Практическое занятие 2. Вывод кинетических уравнений неэлементарных реакций, их связь с механизмом реакций.	1
5	2	Практическое занятие 3. Методика кинетического исследования реакций в идеальных реакторах: периодическом, полунепрерывном и непрерывных реакторах смешения и вытеснения.	1
6	2	Практическое занятие 4. Интегральный и дифференциальный методы обработки кинетических данных. Необратимые простые реакции в периодическом и непрерывных реакторах смешения и вытеснения. Исследование влияния температуры на скорость реакции.	1
7	3	Практическое занятие 1. Вывод кинетических уравнений для термического и химического инициирования цепи, реакций фотолиза и радиолиза, для разных вариантов реакций обрыва цепи.	1
8	3	Практическое занятие 2. Механизм и кинетика радикально-цепных реакций галогенирования, сульфохлорирования и окисления. расщепления, присоединения, теломеризации и полимеризации.	2
9	3	Практическое занятие 3. Методы исследования кинетики радикально-цепных реакций и обработки кинетических данных, полученных в реакторах разных типов.	2
10	4	Практическое занятие 1. Нуклеофильный, кислотнo-основный и электрофильный катализ. Вывод кинетических уравнений реакций на основании механизма катализа.	1

11	4	Практическое занятие 2. Основной катализ. Вывод кинетических уравнений реакций на основании механизма катализа. Кислотность и каталитическая активность, уравнение Бренстеда.	2
12	4	Практическое занятие 3. Металлокомплексный катализ. Вывод кинетических уравнений реакций на основании механизма катализа.	2
13	5	Практическое занятие 1. Вывод кинетических уравнений для реакций, протекающих в кинетической области.	1
14	5	Практическое занятие 2. Вывод кинетических уравнений для реакций, протекающих в переходной области с учетом и без учета реакции в пограничном слое.	1
15	5	Практическое занятие 3. Кинетика, состав продуктов и селективность сложных гетерофазных реакций.	1
16	6	Практическое занятие 1. Роль адсорбции в гетерогенном катализе. Вывод Изотермы адсорбции Лэнгмюра.	1
17	6	Практическое занятие 2. Вывод кинетических уравнений для реакций, протекающих в кинетической области. Кинетические уравнения Лэнгмюра-Хиншельвуда и Элий-Ридила.	1
18	6	Практическое занятие 3. Вывод кинетических уравнений для реакций, протекающих во внешне- и внутри-диффузионных областях и переходных с ними областях.	1
19	7	Практическое занятие 1. Количественное описание состава продуктов и селективности параллельных реакций в реакторах разных типов.	1
20	7	Практическое занятие 2. Количественное описание состава продуктов и селективности последовательных и последовательно-параллельных реакций.	2
21	7	Практическое занятие 3. Методы кинетического исследования сложных систем последовательных и параллельных реакций.	1
22	8	Практическое занятие 1. Удельная производительность идеальных реакторов и их сочетаний. Выбор параметров реакций по критерию максимума удельной производительности.	2
23	8	Практическое занятие 2. Оптимизация реакторного узла по экономическим критериям.	2
24	8	Практическое занятие 3. Вывод кинетических уравнений для реакций, протекающих во внешне- и внутри- Селективность	1

		сложных реакций. Выбор реакционных узлов и параметров реакции по критерию селективности.	

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Теория химических процессов» выполняется в соответствии с Учебным планом в 6 семестре и занимает 16 акад. ч. Лабораторные работы охватывают семь разделов дисциплины. В практикум входит 4 работы, примерно по 4 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть изменено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Теория химических процессов», а также дает знания об экспериментальных методах исследования органических реакций и требованиях к выполнению методик, обеспечивающих достоверность получаемых результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 6 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
1	1; 2; 4; 7	Кинетика реакций этерификации
2	1; 2; 4; 7	Кинетика реакций эпоксидирования
3	1; 2; 6; 7	Кинетика гетерогеннокаталитических реакций дегидратации
4	1; 2; 6; 7	Кинетика гетерогеннокаталитических реакций дегидрирования
5	1; 2; 3; 7	Кинетика радикально-цепных реакций
6	1; 2; 4; 5; 7	Кинетика гетерофазной реакции гидролиза эпихлоргидрина
7	1; 2; 4; 5	Кинетика гидролиза бензилхлорида

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

регулярную проработку пройденного на лекциях учебного 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;

подготовку к устным опросам;

подготовку к сдаче зачет с оценкой 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

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине «Теория химических процессов» не предусмотрена.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

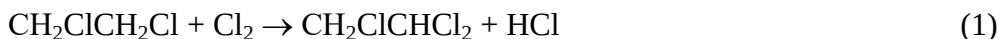
Для текущего контроля предусмотрено 8 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет: 1, 2, 6, 7 и 8 работа по 3 балла; 3, 4 и 5 работа по 7 баллов.

Раздел 1.

Максимальная оценка за контрольную работу – 3 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 1.1.

В реакторе протекают следующие реакции:

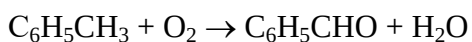


Требуется:

- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
- 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
- 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
- 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 100 моль/ч дихлорэтана и 65 моль/ч хлора, а выходы винилхлорида, трихлорэтана, дихлорэтилена и тетрахлорэтана равны соответственно 0.21, 0.16, 0.23 и 0.09.
- 5) Рассчитать степень конверсии дихлорэтана и хлора, селективность реакции по винилхлориду и дихлорэтилену.

Вариант 1.2.

В реакторе протекают следующие реакции:



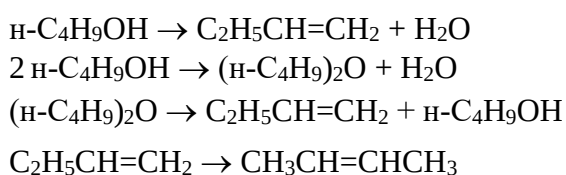
Требуется:

- 1) Составить стехиометрическую матрицу.

- 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
- 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
- 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 160 моль/ч толуола, 230 моль/ч кислорода, 150 моль/ч аммиака, а выходы бензонитрила и бензальдегида по толуолу равны соответственно 0.8 и 0.1.
- 5) Рассчитать селективность образования бензонитрила и бензальдегида по толуолу.

Вариант 1.3.

В реакторе протекают следующие реакции:



Требуется:

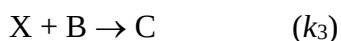
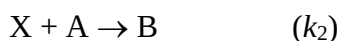
- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
- 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
- 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
- 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 120 моль/ч н-бутанола. Степень конверсии его составляет 0.95, селективность образования бутена-1 – 0.9, бутена -2 – 0.05
- 5) Рассчитать выход и селективность образования дибутилового эфира.

Раздел 2.

Максимальная оценка за контрольную работу – 3 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 2.1

Для следующей схемы элементарных стадий реакции (в скобках указаны константы скорости соответствующих реакций):



вывести кинетическое уравнение, записать уравнение скоростей превращения по

веществам А и В $\left(-\frac{dc_A}{dt} \text{ и } \frac{dc_B}{dt} \right)$, преобразовать их в концентрационную форму как

функцию только двух переменных (c_A и c_B), имея в виду, что частицы промежуточного вещества X образуются в пренебрежимо малой концентрации.

Вариант 2.2

Для следующей схемы элементарных стадий (в скобках указаны константы скорости соответствующих реакций):



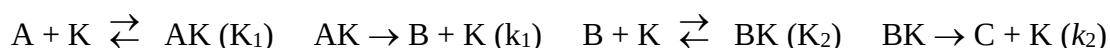
вывести кинетическое уравнение, записать уравнение скоростей превращения по

веществам B и C $\left(\frac{dc_B}{dt} \text{ и } \frac{dc_C}{dt} \right)$, преобразовать их в концентрационную форму как

функцию только двух переменных (c_B и c_C), имея в виду, что частицы промежуточного вещества X образуются в пренебрежимо малой концентрации.

Вариант 2.3

Для следующей схемы элементарных стадий (в скобках указаны константы скорости и константы равновесия соответствующих реакций):



вывести кинетическое уравнение, записать уравнение скоростей превращения по

веществам A и B $\left(-\frac{dc_A}{dt} \text{ и } \frac{dc_B}{dt} \right)$, преобразовать их в концентрационную форму как

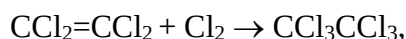
функцию только двух переменных (c_A и c_B), имея в виду, что $c_K \ll c_{i,0}$, равновесие устанавливается быстро и $c_{i,0}$ известны.

Раздел 3.

Максимальная оценка за контрольную работу – 7 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 3.1.

В периодическом реакторе протекает реакция:



растворитель – CCl_4 , температура от 5 до 90 град.С

Обозначения веществ: A - $CCl_2=CCl_2$; B - CCl_3CCl_3 ; Y - Cl_2

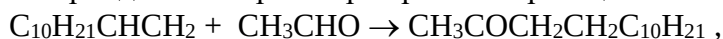
В ходе реакции измеряется концентрация вещества B

Пределы варьирования концентраций: A - от 2 М до чистого; Y от 0.2 М до 0.8 М; Инициатор - свет от 2 до 10 усл. ед.; концентрация Y в ходе опыта постоянна.

Необходимо: предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, составить план исследования, реализовать эксперименты на ЭВМ, найти параметры кинетического уравнения, обеспечивающего адекватное описание экспериментальных зависимостей - порядки по реагентам, предэкспоненциальный множитель и энергию активации.

Вариант 3.2.

В периодическом реакторе протекает реакция:



растворитель - гептан, температура от 50 до 90 град.С.

Обозначения веществ: А - $C_{10}H_{21}CHCH_2$; Y - CH_3CHO ; В - $CH_3COCH_2CH_2C_{10}H_{21}$; Инициатор – АИБН.

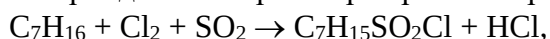
В ходе реакции измеряется концентрация вещества Y.

Пределы варьирования концентраций: А - от 2 М до 8 М; Y от 0.2 М до 3 М; Инициатор - АИБН от 0.05 М до 0.25 М.

Необходимо: предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, составить план исследования, реализовать эксперименты на ЭВМ, найти параметры кинетического уравнения, обеспечивающего адекватное описание экспериментальных зависимостей - порядки по реагентам, предэкспоненциальный множитель и энергию активации.

Вариант 3.3.

В периодическом реакторе протекает реакция:



растворитель - CCl_4 , температура от 5 до 90 град.С.

Обозначения веществ: А - C_7H_{16} ; Y - Cl_2 ; В - HCl ; Z - SO_2 ; Инициатор – свет.

В ходе реакции измеряется концентрация вещества В.

Пределы варьирования концентраций: А - от 2 М до чистого; Y - от 0.1 М до 0.4 М; Инициатор от 2 до 10 усл. ед.; концентрации Y и Z в ходе опыта постоянны.

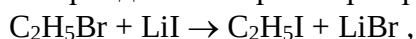
Необходимо: предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, составить план исследования, реализовать эксперименты на ЭВМ, найти параметры кинетического уравнения, обеспечивающего адекватное описание экспериментальных зависимостей - порядки по реагентам, предэкспоненциальный множитель и энергию активации.

Раздел 4.

Максимальная оценка за контрольную работу – 7 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 4.1

В периодическом реакторе протекает реакция:



растворитель - ацетон, температура от 20 до 50 град.С.

Обозначения веществ: А - C_2H_5Br ; Y - LiI ; В - C_2H_5I ; Z - $LiBr$

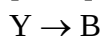
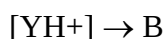
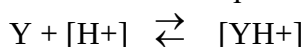
В ходе реакции измеряется концентрация вещества Z.

Пределы варьирования концентраций: А - от 0.3 до 3 мол/л; Y - от 0.05 до 0.5 мол/л.

Необходимо: предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, составить план исследования, реализовать эксперименты на ЭВМ, найти параметры кинетического уравнения, обеспечивающего адекватное описание экспериментальных зависимостей - порядки по реагентам, предэкспоненциальный множитель и энергию активации.

Вариант 4.2

Каталитическая реакция протекает по схеме:



Реакция проводится при постоянном значении рН, значение рН задано в интервале от 3 до 4.

В ходе реакции измеряется концентрация вещества В.

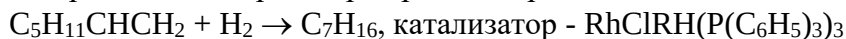
Интервалы изменения начальных концентраций:

Y - от 0.1 до 0.5 мол/л

Необходимо: вывести кинетическое уравнение, составить план кинетического исследования, реализовать план на ЭВМ и определить параметры кинетического уравнения.

Вариант 4.3

В периодическом реакторе протекает реакция:



растворитель – гептан.

Обозначения веществ: А - H_2 ; Y - $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{CHCH}_2$; В - C_7H_{16} ; Kt - $\text{RhCl(P(C}_6\text{H}_5)_3)_3$.

В ходе реакции измеряется концентрация вещества А.

Пределы варьирования концентраций: А - от 0.01 М до 0.1 М; Y - от 1 М до 5 М; Kt - от 0.002 М до 0.1 М.

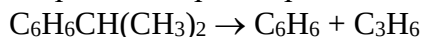
Необходимо : предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, составить план исследования, реализовать эксперименты на ЭВМ, найти параметры кинетического уравнения, обеспечивающего адекватное описание экспериментальных зависимостей - порядки по реагентам, константу скорости.

Раздел 5.

Максимальная оценка за контрольную работу – 7 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 5.1

В проточном реакторе идеального вытеснения протекает газофазная реакция:



Масса катализатора ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) 20 г.

Инертный компонент - азот, температура 450 град.С, давление 0,1 МПа.

Обозначения веществ: А - $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH(CH}_3)_2$; В - C_6H_6 ; Z - C_3H_6 ; I - инертное вещество (азот).

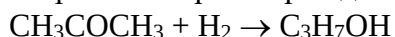
В ходе реакции измеряется степень конверсии вещества А при различных мольных потоках исходных веществ, продуктов реакции и инертного компонента, подаваемых в реактор (мол/сек).

Ошибка определения конверсии составляет 1% ; степень конверсии вещества А должна быть в интервале от 0,1 до 0,9.

Необходимо : предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, предложить методику кинетического эксперимента, составить план кинетического исследования и реализовать его на ЭВМ, подобрать параметры кинетического эксперимента, адекватно описывающие наблюдаемые зависимости - порядки по реагентам и константы скорости.

Вариант 5.2

В проточном реакторе идеального смешения протекает газофазная реакция:



Масса катализатора (Никель Ренея) 20 г.

Инертный компонент - азот, температура 80 град.С, давление 0,1 МПа.

Обозначения веществ: А - CH_3COCH_3 ; Y - H_2 ; В - $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$; I - инертное вещество (азот).

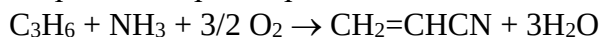
В ходе реакции измеряется степень конверсии вещества А при различных мольных потоках исходных веществ, продуктов реакции и инертного компонента, подаваемых в реактор (мол/сек).

Ошибка определения конверсии составляет 1% ; степень конверсии вещества А должна быть в интервале от 0,1 до 0,9.

Необходимо : предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, предложить методику кинетического эксперимента, составить план кинетического исследования и реализовать его на ЭВМ, подобрать параметры кинетического эксперимента, адекватно описывающие наблюдаемые зависимости - порядки по реагентам и константы скорости.

Вариант 5.3

В проточном реакторе идеального смешения протекает газофазная реакция:



Масса катализатора (Bi/Mo) 25 г.

Инертный компонент - азот, температура 380 град.С, давление 0,1 МПа.

Обозначения веществ: А - C_3H_6 ; Y - NH_3 ; В - $\text{CH}_2=\text{CHCN}$; U - O_2 ; Z - H_2O ; I - инертное вещество (азот).

В ходе реакции измеряется степень конверсии вещества А при различных мольных потоках исходных веществ, продуктов реакции и инертного компонента, подаваемых в реактор (мол/сек).

Ошибка определения конверсии составляет 1% ; степень конверсии вещества А должна быть в интервале от 0,1 до 0,9.

Необходимо : предложить механизм реакции, вывести кинетическое уравнение, предложить методику кинетического эксперимента, составить план кинетического исследования и реализовать его на ЭВМ, подобрать параметры кинетического эксперимента, адекватно описывающие наблюдаемые зависимости - порядки по реагентам и константы скорости.

Раздел 6.

Максимальная оценка за контрольную работу – 3 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 6.1

Реакция: $\text{A} \rightarrow \text{B}$ ($r = kC_A^2$)

Концентрация вещества А на входе в реактор 1 моль/л. Реакция проводится в проточном реакторе с конверсией 0,95. Как возрастёт производительность установки при сохранении той же конверсии и подключении такого же реактора: а) последовательно? б) параллельно? Если оба аппарата: г) РИВ? д) РИС?

Вариант 6.2

Реакция разложения А с кинетическим уравнением $r = kC_A^2$ проводится в каскаде из двух последовательно соединённых реакторов смешения объемом V и 2V. Концентрация А на входе в реактор 1 моль/л, после первого реактора - 0.5 моль/л. Найдите концентрацию А на выходе из второго реактора.

Вариант 6.3

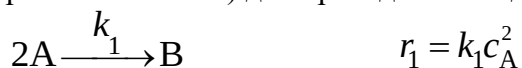
Реакция полимеризации $\text{A} \rightarrow \text{P}$ с кинетическим уравнением $r = kC_A^{1,5}$ проводится в каскаде реакторов смешения с получением полимера, содержащего 20% непревращенного мономера (А). На сколько изменится производительность установки после присоединения третьего реактора такого же размера и получении продукта такого же качества?

Раздел 7.

Максимальная оценка за контрольную работу – 3 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 7.1

Выберите условия (начальные концентрации реагентов, степени конверсии исходных реагентов А и Y) для проведения следующей сложной реакции:



в периодическом реакторе таким образом, чтобы селективность образования продукта С была максимальной. Условия: $\frac{k_2}{k_1} = 10$; диапазон изменений концентраций исходных

реагентов: $c_{A,0} = 1 \div 4$ моль/л, $c_{Y,0} = 1 \div 4$ моль/л; диапазон изменения степени конверсии реагента А $0.5 \div 0.9$.

Вариант 7.2

Для сложной реакции:



в проточном реакторе идеального смешения при $c_{A,0} = 3$ моль/л, $c_{Y,0} = 4$ моль/л и $X_A = 0.817$ получена селективность $\Phi_C = 0.714$. Выберите оптимальные условия (тип реактора, начальные концентрации исходных веществ, степень конверсии вещества А) для проведения реакции с максимальной селективностью по продукту С, если $c_{A,0} = 3$ моль/л, диапазон изменения концентраций реагента Y $c_{Y,0} = 3 \div 6$ моль/л, а $X_A \geq 0.9$.

Вычислить селективность $\Phi_{C,max}$ и степень конверсии X_Y при найденных оптимальных условиях.

Вариант 7.3

Реакция:



проводится в периодическом реакторе до полного превращения реагента Y при $c_{A,0} = c_{Y,0} = c_{C,0} = 1$ моль/л. При этом получено $\Phi_B = 0.9$.

Вычислить селективность Φ_B в проточном реакторе полного смешения при $c_{A,0} = c_{Y,0} = c_{C,0} = 1$ моль/л и $X_Y = 0.9$.

Раздел 8.

Максимальная оценка за контрольную работу – 3 баллов. Контрольная работа состоит из 1 задачи.

Вариант 8.1

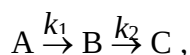
В проточном реакторе идеального вытеснения проводят реакцию:



Стоимость рецикла непрореагировавшего вещества А – S_{PI} (руб./кмоль); цена вещества А – Π_A (руб./кмоль); стоимость амортизации реактора: $a_1 + a_2 V$, где V – объём реактора, м³; цена продукта В – Π_B (руб./кмоль). Критерий оптимизации – доход (Д), полученный от производства вещества В при постоянном начальном потоке реагента А ($F_{A,0} = \text{const}$). Найти оптимальную степень конверсии X_A .

Вариант 8.2

Продукт В получают по реакции:



в реакторе идеального вытеснения объёмом 3 м^3 . Известно, что $k_1 = 0.1 \text{ ч}^{-1}$ и $\frac{k_2}{k_1} = 2$. Цены

на вещества составляют: $C_A = 1200 \text{ \$/кмоль}$, $C_C = 420 \text{ \$/кмоль}$. Стоимость рецикла вещества А: $S_{\text{РЦ}} = 180 \text{ \$/кмоль}$. Начальная концентрация вещества А: $c_{A,0} = 2 \text{ моль/л}$.

Найти оптимальную степень конверсии вещества А и производительность установки по продукту В.

Вариант 8.3

Реакция



проводится в проточном реакторе идеального смешения при степени конверсии реагента А: $X_A = 0.98$. Производительность установки по продукту В $F_B = 40 \text{ моль/ч}$; стоимости веществ: $C_A = 1000 \text{ руб./моль}$, $C_B = 1320 \text{ руб./моль}$; эксплуатационные расходы составляют 20000 руб./ч . В таком режиме установка убыточна.

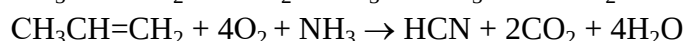
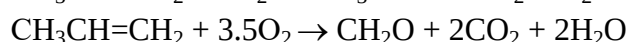
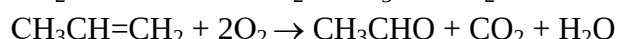
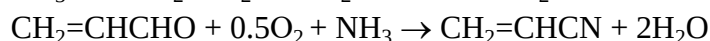
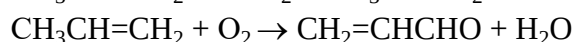
Как изменить условия процесса (мольный поток $F_{A,0}$ и степень конверсии X_A), чтобы обеспечить максимально возможный доход D_{max} ?

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

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой). Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Зачет с оценкой ациональный билет содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 12 баллов, вопросы 2 и 3 – по 14 баллов каждый.

Вопрос 1.

1. В реакторе протекают следующие реакции:



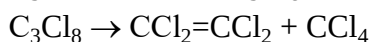
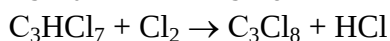
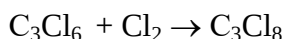
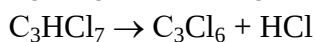
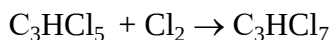
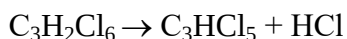
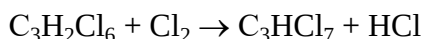
Требуется:

- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
- 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
- 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
- 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 125 моль/ч пропилена, 130 моль/ч аммиака и 190 моль/ч кислорода (в виде воздуха, содержащего $21 \text{ об. \% O}_2$), а выходы акрилонитрила, ацетонитрила, HCN, акролеина, ацетальдегида и формальдегида равны соответственно $60, 8, 5, 3, 2$ и $1.5 \text{ \%}$.

- 5) Рассчитать степень конверсии пропилена, аммиака и кислорода, селективность реакции по акрилонитрилу.
2. В реакторе протекают следующие реакции:
- $$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCHO} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0.5\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$$
- $$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{CH}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_3\text{CHO} + 2.5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 4.5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{O} + 3.5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- Требуется:
- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
 - 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
 - 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
 - 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 100 моль/ч пропилена и 150 моль/ч кислорода, степень конверсии пропилена 0.9, выходы акролеина, акриловой кислоты, формальдегида и ацетальдегида равны, соответственно, 80, 3, 1 и 2 %.
 - 5) Рассчитать степень конверсии кислорода и селективность реакции по акролеину.
3. В реакторе протекают следующие реакции:
- $$2\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{HCN} + 6\text{H}_2\text{O}$$
- $$3\text{O}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$2\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{HCN} + 4\text{H}_2\text{O}$$
- Требуется:
- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
 - 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
 - 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
 - 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 5 моль/ч метана, 7.5 моль/ч кислорода, 5 моль/ч азота, 5.25 моль/ч аммиака. Степень конверсии метана 0.9, выход синильной кислоты по метану – 0.85, селективность образования синильной кислоты по аммиаку – 0.955.
 - 5) Рассчитать степень конверсии аммиака и кислорода, выход синильной кислоты по аммиаку и селективность образования синильной кислоты по метану.
4. В реакторе протекают следующие реакции:
- $$\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$(\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$2\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{NH}_3 + (\text{CH}_3)_3\text{N} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2 + (\text{CH}_3)_2\text{NH}$$
- $$\text{NH}_3 + (\text{CH}_3)_2\text{NH} \rightleftharpoons 2\text{CH}_3\text{NH}_2$$
- $$\text{NH}_3 + (\text{CH}_3)_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{OH}$$
- $$\text{CH}_3\text{NH}_2 + (\text{CH}_3)_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{CH}_3\text{OH}$$
- $$(\text{CH}_3)_2\text{NH} + (\text{CH}_3)_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{CH}_3\text{OH}$$

Требуется:

- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
 - 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
 - 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
 - 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 50 моль/ч аммиака и 85 моль/ч метанола, мольные потоки моно-, ди- и триметиламина на выходе равны 18, 22, 7 моль/ч и степень конверсии метанола составляет 0.99.
 - 5) Вычислить выходы моно-, ди- и триметиламинов по аммиаку и метанолу.
5. В реакторе протекают следующие реакции:



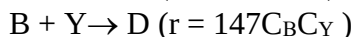
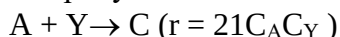
Требуется:

- 1) Составить стехиометрическую матрицу.
- 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества.
- 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов.
- 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 50 моль/ч гексахлорпропана и 82 моль/ч хлора, а выходы пентахлорпропилена, гексахлорпропилена, октахлорпропана и тетрахлорэтилена равны соответственно 0.02, 0.12, 0.01, 0.74, степень конверсии гексахлорпропана составляет 0.91.
- 5) Вычислить селективность образования тетрахлорэтилена, конверсию хлора и выход гептахлорпропана.

Вопрос 2.

1. Гомогенно-каталитическая реакция $A \rightarrow B$ при катализе комплексом металла описывается кинетическим уравнением $r = k_1 C_K C_A / (1 + k_2 C_B)$. Какой механизм реакции согласуется с этой кинетикой? Предложите метод экспериментальной проверки этого уравнения.
2. Гомогенно-каталитическая реакция $A \rightarrow B$ при катализе комплексом металла описывается кинетическим уравнением $r = k_1 C_K C_A / C_B$. Какой механизм реакции согласуется с этой кинетикой? Предложите метод экспериментальной проверки этого уравнения.
3. Гомогенно-каталитическая реакция $A \rightarrow B + Z$ описывается кинетическим уравнением $r = k_1 C_K C_A / (C_Z + k_2 C_A)$. Какой механизм реакции согласуется с этой кинетикой? Предложите метод экспериментальной проверки этого уравнения.
4. Гомогенно-каталитическая реакция $A \rightarrow B$ описывается кинетическим уравнением $r = k_1$. Какой механизм реакции согласуется с этой кинетикой? Предложите метод экспериментальной проверки этого уравнения.
5. Смесь состоит из основного вещества А ($C_A = 4,5$ моль/л) и примеси В ($C_B = 0,5$ моль/л или 10% мольн.). Для очистки от примеси к смеси добавляют вещество Y, которое реагирует как с А, так и с В с образованием легко отделяемых от смеси

продуктов:



Сколько нужно добавить Y, чтобы молярное отношение C_A / C_B было равно 100?

Вопрос 3.

1. Реакция $A \rightarrow B$ ($r = k C_A^2$) проводится в проточном реакторе с конверсией 0.95. Как возрастёт производительность установки при сохранении той же конверсии и подключении такого же реактора последовательно? параллельно? Если оба аппарата РИВ? РИС?
2. Реакции первого порядка $A \rightarrow B$ и $A \rightarrow C$ проводятся в жидкой фазе в каскаде из двух реакторов идеального смешения. $C_{A,0} = 1$ моль/л, $C_{C,0} = C_{B,0} = 0$, время пребывания в первом реакторе 2.5 минуты, во втором реакторе – 5 минут. Состав продуктов реакции после первого реактора: $C_{A,1} = 0.4$ моль/л, $C_{B,1} = 0.4$ моль/л, $C_{C,1} = 0.2$ моль/л. Найти состав продуктов реакции после второго реактора.
3. Вещество A подаётся в каскад из двух реакторов смешения, где превращается по реакциям: $A \rightarrow B$ ($r_1 = k_1 C_A^2$), $A \rightarrow C$ ($r_2 = k_2 C_A$). Начальные концентрации: $C_{A,0} = 1,0$ моль/л, $C_{C,0} = 0.3$ моль/л, $C_{B,0} = 0$, времена пребывания: $t_1 = 2.5$ мин, $t_2 = 10$ мин. Зная состав реакционной массы после первого реактора $C_{A,1} = 0.4$, $C_{B,1} = 0.2$, $C_{C,1} = 0.7$, найдите состав реакционной массы после второго.
4. Вещество A изомеризуется и димеризуется по реакциям: $A \rightarrow B$ ($r_1 = k_1 C_A$), $2A \rightarrow C$ ($r_2 = k_2 C_A^2$). После полного превращения A ($C_{A,0} = 1,0$ моль/л) в периодическом реакторе $C_B = 0.24$. Найдите отношение констант скорости этих реакций.
5. Фотохимическое хлорирование дихлорэтана в присутствии ингибиторов радикальных реакций описывается кинетическим уравнением с первым порядком по хлору. Каким будет кинетическое уравнение при использовании инициатора и в отсутствии ингибиторов? Как его проверить экспериментально?

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой (6 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Теория химических процессов» включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3, 4 и 7 учебной программы дисциплины. Зачет с оценкой ациональный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам курса. Ответы на вопросы зачет с оценкой ационального билета оцениваются исходя из 40 баллов, первый вопрос – 12 баллов, второй и третий вопросы – по 14 баллов каждый.

Пример зачет с оценкой ационального билета:

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
	Кафедра Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

«___» _____ 20__ г.	Специализация N 9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
	Теория химических процессов
Билет № 1	
1. В реакторе протекают следующие реакции: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 1.5\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCN} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCHO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0.5\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCN} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 3.5\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CHO} + 0.5\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CN} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_2\text{O} + 0.5\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCN} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 2.5\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CN} + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 4\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCN} + 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ Требуется: 1) Составить стехиометрическую матрицу. 2) Определить число независимых реакций, выбрать независимые реакции и ключевые вещества. 3) Записать уравнения суммарных независимых реакций образования ключевых продуктов. 4) По суммарным реакциям рассчитать материальный баланс процесса, если в реактор подают 125 моль/ч пропилена, 130 моль/ч аммиака и 190 моль/ч кислорода (в виде воздуха, содержащего 21 об. % O_2), а выходы акрилонитрила, ацетонитрила, HCN, акролеина, ацетальдегида и формальдегида равны соответственно 60, 8, 5, 3, 2 и 1.5 %. 5) Рассчитать степень конверсии пропилена, аммиака и кислорода, селективность реакции по акрилонитрилу. 2. Гомогенно-каталитическая реакция $\text{A} \rightarrow \text{B}$ при катализе комплексом металла описывается кинетическим уравнением $r=k_1C_KC_A/C_B$. Какой механизм реакции согласуется с этой кинетикой? Предложите метод экспериментальной проверки этого уравнения. 3. Вещество А подаётся в каскад из двух реакторов смешения, где превращается по реакциям: $\text{A} \rightarrow \text{B}$ ($r_1 = k_1C_A^2$), $\text{A} \rightarrow \text{C}$ ($r_2 = k_2C_A$). Начальные концентрации: $C_{A,0} = 1,0$ моль/л, $C_{C,0} = 0.3$ моль/л, $C_{B,0} = 0$, времена пребывания: $t_1=2.5$ мин, $t_2=10$ мин. Зная состав реакционной массы после первого реактора $C_{A,1}=0.4$, $C_{B,1}=0.2$, $C_{C,1}=0.7$, найдите состав реакционной массы после второго.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза: учебник для студентов ВУЗов / Н.Н. Лебедев, М.Н. Манаков, В.Ф. Шве́ц / Под ред. Н.Н. Лебедева. М.: Химия, 1984. 376 с.
2. Сборник задач по теории химических процессов и реакторов органического синтеза: Учебное пособие для вузов / И.А. Козловский, Р.А. Козловский, М.Г. Макаров, Д.В. Староверов, В.Ф. Шве́ц. РХТУ им. Д. И. Менделеева, М., 124 с., 2014.

Б. Дополнительная литература

1. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник для ВУЗов / В.М. Потехин, В.В. Потехин. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014. 896 с.
2. Химические реакторы в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов / Смирнов Н.Н., Волжинский А.И. / Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. второе издание. Ленинград: Химия, 1986. 224 с.
3. Методические указания по курсу и лабораторному практикуму "Теория и методы исследования химических реакций" / В.Ф.Швец, М.Г.Макаров, МХТИ им. Д. И. Менделеева, Москва. 46 с. 1985.
4. Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза / Шве́ц В.Ф, Одабашян Г.В., Химия, Москва. 240 с. 1992.
5. Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза / Одабашян Г.В., Химия, Москва. 238 с., 1982.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Chemistry of heterocyclic compounds» ISSN 0009-3122
- Журнал «Tetrahedron» ISSN 0040-4020
- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (*при необходимости*):

1. Федеральная служба по интеллектуальной собственности <http://www.rupto.ru>
2. The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
3. The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
4. Базы научного цитирования:
5. РИНЦ: <https://elibrary.ru/>
6. Web of Science: <https://login.webofknowledge.com/>
7. Scopus: <https://www.scopus.com/>
8. Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>
9. Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 135);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 47).

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: 25.05.2020).

– 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/93/91/5> (дата обращения: 25.05.2020).

– 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: 25.05.2020).

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: 25.05.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 25.05.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 25.05.2020).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. 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 *«Теория химических процессов органического синтеза»* проводятся в форме 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.

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

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; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки

кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.

		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно - справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.

5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять

		10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearchive	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf)	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

		Удаленный доступ (https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access).	
17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ - Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo - Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт –	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и

	данных)	https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
19	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	ИОР	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте ИОР из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
23	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf)	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0

		Public License, version 2.0)		
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление

	Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред			подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	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. Стехиометрия реакций, расчет материального баланса химических процессов	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций; Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; Владеет: – методами расчета материального баланса и количественных показателей простых и сложных органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Основы кинетического исследования органических реакций	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций; – принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза; Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; Владеет: – методами исследования кинетики и механизма органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3 Механизм и кинетика радикальных реакций	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и	Оценка за контрольную работу № 3

	кинетикой органических реакций; – принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза; Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; Владеет: – методами исследования кинетики и механизма органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	Оценка за зачет с оценкой
Раздел 4. Механизм и кинетика гомогеннокаталитических реакций	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций. Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; Владеет: – методами исследования кинетики и механизма органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	Оценка за контрольную работу № 4 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 5. Кинетика гетерофазных реакций	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций; – принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза; Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей	Оценка за контрольную работу № 5 Оценка за зачет с оценкой

	органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; Владеет: – методами исследования кинетики и механизма органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	
Раздел 6. Механизм и кинетика гетерогеннокаталитических реакций	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций. Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; Владеет: – методами исследования кинетики и механизма органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	Оценка за контрольную работу № 6 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 7. Особенности исследования кинетики сложных реакций	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций; – принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза; Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; – использовать количественные закономерности и представления о механизме реакций для оптимальной практической реализации процессов органического синтеза. Владеет:	Оценка за контрольную работу № 7 Оценка за зачет с оценкой

	– методами расчета материального баланса и количественных показателей простых и сложных органических реакций; – методами исследования кинетики и механизма органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	
Раздел 8. Применение кинетических моделей для выбора условий проведения реакции	Знает: – теоретические основы протекания органических реакций; – взаимосвязь между механизмом и кинетикой органических реакций; – принципы математического моделирования основных типов реакторов для реализации химических процессов органического синтеза; Умеет: – самостоятельно ставить и решать задачи по установлению количественных закономерностей органических реакций; – использовать полученные результаты для описания механизма исследованных реакций; – использовать количественные закономерности и представления о механизме реакций для оптимальной практической реализации процессов органического синтеза. Владеет: – методами расчета материального баланса и количественных показателей простых и сложных органических реакций; – методами математического моделирования химических процессов органического синтеза;	Оценка за контрольную работу № 8 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
«Теория химических процессов»**

**основной образовательной программы
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Форма обучения: очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза, д.х.н., профессором Р.А. Козловским.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: нефтегазохимия и промышленная органическая химия, теория химических процессов, процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология.

Цель дисциплины - сформировать представление о технологическом оформлении основных процессов нефтегазохимии и промышленной органической химии, принципах выбора аппаратурных решений, режимов процесса и методов контроля технологических параметров.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о составе, свойствах и требованиях к сырью, полупродуктам и готовой продукции соответствующих производств;
- изучить основные технологические и аппаратурные решения, применяемые в нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- развить умение анализировать технологические схемы, показатели качества продукции и результаты расчетов;
- сформировать начальные навыки подготовки расчетно-аналитических материалов и технических выводов по результатам выполнения учебных заданий.

Дисциплина «Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии» 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 полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание	Обобщенные трудовые функции
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера; анализ и контроль технологических процессов и качества продукции.	Химическое, химико-технологическое производство; технологические комплексы нефтегазохимии, промышленной органической химии и малотоннажного синтеза.	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям выпускников; консультации с работодателями; обобщение отечественного и зарубежного опыта.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», обобщенная трудовая функция А.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;
- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.

Уметь:

- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;
- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;
- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.

Владеть:

- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;
- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,97	71	53,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Технологические системы нефтегазохимических производств	36	-	8	-	8	-	-	20
2	Раздел 2. Технология основных процессов нефтегазохимии	36	-	8	-	8	-	-	20
3	Раздел 3. Технология продуктов промышленной органической химии	36	-	8	-	8	-	-	20
4	Раздел 4. Контроль технологического процесса и качество продукции	36	-	8	-	8	-	-	20
	ИТОГО	144	-	32	-	32	-	-	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Технологические системы нефтегазохимических производств

Структура нефтегазохимического предприятия. Подготовка сырья, блоки реакционного превращения, выделения и очистки продуктов, утилизация побочных потоков. Материальные и тепловые связи технологических узлов, рециркуляционные потоки, продувки, энергоинтеграция.

Раздел 2. Технология основных процессов нефтегазохимии

Технологическое оформление пиролиза углеводородов, получения синтез-газа, дегидрирования, окисления, гидрирования, алкилирования, изомеризации и ароматизации. Аппаратурные схемы, катализаторы, режимы, требования к сырью и продуктам, типовые причины нарушения режима.

Раздел 3. Технология продуктов промышленной органической химии

Производство метанола, формальдегида, ацетальдегида, уксусной кислоты, фенола, ацетона, стирола, этилена, пропилена, бутадиена и других базовых продуктов. Выбор технологической схемы, анализ сырьевых маршрутов, особенности очистки и стабилизации товарных продуктов.

Раздел 4. Контроль технологического процесса и качество продукции

Точки контроля качества сырья, полупродуктов и продукции, аналитическое сопровождение процесса, показатели стабильности технологического режима. Технические, экологические и экономические критерии оценки технологии; направления интенсификации и цифровизации процессов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
2	- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;	+	+	+	+
3	- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.	+	+	+	+
	Уметь:				
4	- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;	+	+	+	+
5	- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;	+	+	+	+
6	- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной	+	+	+	+

	или аналитической записки.				
	Владеть:				
7	- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;	+	+	+	+
8	- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
9	- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.	+	+	+	+

№	Компетенция	Индикатор достижения	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3/4
1	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	+	+	+
2	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	+	+	+
3	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания составляет 15 баллов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Анализ исходного сырья, продуктовых потоков и показателей качества для заданного процесса.	8
2	2	Составление материального баланса технологического узла и расчет выхода целевого продукта.	8
3	3	Выбор и обоснование технологических параметров процесса с учетом селективности, качества продукции и безопасности.	8
4	4	Анализ технологической схемы, выявление узких мест и подготовка расчетно-аналитического отчета.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;
- подготовку к выполнению практических заданий и оформлению расчетно-аналитических отчетов;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала и работу с литературными источниками. При работе с 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 практических заданий, контрольных работ и итогового контроля в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка составляет 100 баллов: практические задания - до 30 баллов, текущие контрольные работы - до 30 баллов, итоговый контроль - до 40 баллов.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Контрольная работа содержит 2 вопроса или одно расчетно-аналитическое задание.

1. Перечислите основные показатели качества сырья и продуктов, контролируемые в рассматриваемом технологическом процессе.
2. Объясните влияние температуры, давления и состава сырья на селективность и выход целевого продукта.
3. Опишите структуру технологической схемы производства и назначение ее основных узлов.
4. Сформулируйте критерии выбора технологического или аппаратного решения для заданного производства.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет с оценкой).

1. Сырьевая база нефтегазохимии: состав, свойства, требования к подготовке.
2. Основные продукты промышленной органической химии и их технологические цепочки.
3. Каталитические процессы переработки углеводородного сырья.
4. Пиролиз углеводородов: назначение, продукты, факторы, влияющие на выход.
5. Гидрирование, дегидрирование и окисление в нефтегазохимии.
6. Методы контроля состава и качества сырья, полупродуктов и готовой продукции.
7. Материальный баланс технологической схемы и его использование для анализа процесса.

8. Тепловой баланс и энергосбережение в технологических схемах органического синтеза.
9. Рециклы, продувки и их влияние на устойчивость технологического режима.
10. Критерии сравнения вариантов технологических схем.
11. Аппаратурное оформление реакционных процессов нефтегазохимии.
12. Аппараты разделения и очистки продуктов органического синтеза.
13. Безопасность процессов с горючими и токсичными веществами.
14. Экологические ограничения и обращение с побочными продуктами.
15. Подготовка расчетно-аналитического отчета по технологической схеме.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов или одного вопроса и одного расчетно-аналитического задания.

Пример билета для зачета с оценкой:

Билет № 1

1. Сырьевая база и основные технологические стадии заданного производства.
2. Анализ показателей качества продукции и обоснование контролируемых параметров технологического процесса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки углеводородных газов : учебник для вузов / В. С. Арутюнов, И. А. Голубева, О. Л. Елисеев, Ф. Г. Жагфаров. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 723 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12398-2. - Текст : электронный.
2. Каминский, В. А. Органическая химия : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 583 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-20926-6. - Текст : электронный.

3. Мартынова, Т. В. Химия : учебник и практикум для вузов / Т. В. Мартынова, И. В. Артамонова, Е. Б. Годунов ; под общ. ред. Т. В. Мартыновой. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09668-2. - Текст : электронный.

Б. Дополнительная литература

1. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 287 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02906-2. - Текст : электронный.

2. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 314 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02911-6. - Текст : электронный.

3. Справочные материалы, стандарты и техническая документация по технологическим процессам нефтегазохимии, промышленной органической химии и оборудованию химических производств.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Нефтехимия». ISSN 0028-2421. Научный журнал по химии и технологии нефтехимических процессов, катализа и переработки углеводородного сырья.

2. Журнал «Химическая промышленность сегодня». ISSN 0023-110X. Публикует материалы по технологиям, оборудованию, экономике и экологии химических производств.

3. Журнал «Катализ в промышленности». ISSN 1816-0387. Научно-практическое издание по промышленному катализу и каталитическим процессам.

4. Реферативные и библиографические базы данных ВИНТИ РАН, eLIBRARY.RU, Google Scholar, DOAJ.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева: <http://eios.muctr.ru>.

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.

- Система федеральных образовательных порталов: <http://www.openedu.ru/>.

- Образовательная платформа «Юрайт»: <https://urait.ru/>.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, обеспечивающий обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. При освоении дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, справочно-поисковые системы и ресурсы научно-технической информации.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Для проведения занятий используются учебные аудитории, оснащенные доской, мультимедийным проектором, экраном, компьютером преподавателя, а также аудитории для практических занятий с доступом к справочным и электронным образовательным ресурсам.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Технологические схемы нефтегазохимических и органических производств, таблицы свойств сырья и продуктов, методические материалы к практическим занятиям, примеры расчетных и аналитических отчетов.

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

Используются компьютерное и видеопроекционное оборудование, доступ к сети Интернет, электронным библиотечным системам, справочным правовым и научно-техническим ресурсам.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебные пособия, справочники, нормативные документы, электронные учебно-методические материалы, научные и отраслевые периодические издания.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office / офисный пакет	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / русская ОС при наличии	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Internet-браузеры, средства просмотра PDF- документов	свободно распространяемое ПО / лицензии университета	не ограничено	бессрочно / по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Технологические системы нефтегазохимических производств	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (7 семестр). Оценка за зачет с оценкой (7 семестр).
Раздел 2. Технология основных процессов нефтегазохимии	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (7 семестр). Оценка за зачет с оценкой (7 семестр).
Раздел 3. Технология продуктов	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества	Оценка за практические задания

промышленной органической химии	продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	и контрольные работы (7 семестр). Оценка за зачет с оценкой (7 семестр).
Раздел 4. Контроль технологического процесса и качество продукции	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (7 семестр). Оценка за зачет с оценкой (7 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 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Технология нефтегазохимии и промышленной органической химии»
основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Современное технологическое и аппаратное оформление процессов
химической технологии»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «Инженер»

Москва 2024

Программа составлена (к.х.н, кафедра химической технологии пластических масс,
Сиротин И.С.)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **ХТУМ** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений дисциплин профессионального трека учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии и физики.

Цель изучения дисциплины (модуля) – формирование у обучающихся соответствующих компетенций, углубление и расширение знаний в области технологического и аппаратного оформления процессов химической технологии.

Задачи дисциплины – изучения реальной структуры потоков в аппаратах. Влияние продольного перемешивания на эффективность работы колонных массообменных аппаратов и теплообменной аппаратуры. Структура потоков в случае простейших идеальных моделей: идеальное вытеснение (МИВ) и идеальное смешение (МИС).

Дисциплина **«Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии»** преподается в 9 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 «Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии» при подготовке студентов по направлению подготовки 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен с использованием средств цифрового инжиниринга проектировать химико-технологические системы, специальное технологическое оборудование и технологическую оснастку	ПК-4.1. Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции
			ПК-4.2. Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты
			ПК-4.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы;
- методы расчета массообменных аппаратов;
- основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы;
- методы интенсификации работы массообменных аппаратов;
- закономерности процесса выпаривания растворов, тепловые и материальные балансы процесса, методы расчета одно- и многокорпусных выпарных установок;
- закономерности влияния структуры потоков в аппаратах на технологические процессы;
- основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамику сорбции;
- методы расчета адсорбционных аппаратов;

Уметь:

- определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы;
- определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы;
- решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов;
- определять параметры процесса выпаривания;
- использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов;

Владеть:

- методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы;
- методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания;
- методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.

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:	1,78	64	48
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)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	2,22	80	60
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	2,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		79,6	59,7
Вид контроля:			
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.	Раздел 1. Процессы и аппараты выпаривания растворов	29		7		7				15
2.	Раздел 2. Структура потоков в тепло и массообменных аппаратах и реакторах	45		10		10				16
3.	Раздел 3. Изучение процесса сушки в химической промышленности	40		8		8				15
4.	Раздел 4. Адсорбция в системе «жидкость – твердое» и «газ – твердое». Экстракция в системе «жидкость – жидкость»	35		7		7				25
	ИТОГО	135		32		32		-		71
	Зачет с оценкой									9
	ИТОГО	144								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Процессы и аппараты выпаривания растворов

1.1. Процесс выпаривания растворов и области его применения. Проведение процесса при атмосферном давлении, под вакуумом и при избыточном давлении. Теплоносители, используемые при выпаривании. Понятие полезной разности температур при выпаривании. Процесс выпаривания растворов в одноступенчатых выпарных аппаратах. Схема однокорпусного выпаривания. Материальный баланс однокорпусного выпарного аппарата. Определение расхода энергии на проведение процесса в однокорпусном выпарном аппарате. Определение температуры кипения раствора. Виды температурных потерь (депрессий) и их определение.

1.2. Многокорпусное выпаривание. Схемы прямоточных и противоточных установок. Общая разность температур и ее связь с полезной разностью температур. Материальный и тепловой баланс многокорпусных выпарных установок. Определение полезной разности температур в многокорпусной выпарной установке и способы ее распределения по корпусам. Распределение полезной разности температур из условия равенства поверхностей обогрева аппаратов. Определение предельного и оптимального числа корпусов многокорпусной выпарной установки. Последовательность расчета многокорпусной установки.

1.3. Конструкции выпарных аппаратов. Выпаривание с тепловым насосом; области применения. Классификация выпарных аппаратов по принципу организации циркуляции кипящего раствора в аппарате. Аппараты с естественной и принудительной циркуляцией раствора. Особенности расчета аппаратов с различной структурой потоков (МИВ и МИС).

Раздел 2. Структура потоков в тепло- и массообменных аппаратах и реакторах

2.1. Цели и задачи изучения реальной структуры потоков в аппаратах. Влияние продольного перемешивания на эффективность работы колонных массообменных аппаратов и теплообменной аппаратуры. Структура потоков в случае простейших идеальных моделей: идеальное вытеснение (МИВ) и идеальное смешение (МИС).

2.2. Методы исследования структуры потоков. Импульсный и ступенчатый ввод трассера. Время пребывания. Дифференциальная и интегральная функции распределения времени пребывания, их взаимосвязь.

2.3. Математические модели структуры потоков в приближении к реальным системам. Ячеечная модель: число ячеек идеального смешения как параметр модели. Диффузионная однопараметрическая модель: среднее время пребывания, дисперсия. Дисперсионное число (обратный критерий Пекле, коэффициент продольного перемешивания). Связь параметров моделей в предельных случаях МИВ и МИС. Оценка адекватности моделей и ограничения.

2.4. Учёт структуры потоков при расчёте движущих сил тепло- и массообмена. Влияние структуры потока на расчет температуры кипения в выпарных аппаратах с циркуляцией раствора и без. Расчет колонных массообменных аппаратов с учетом структуры потоков

Раздел 3. Изучение процесса сушки в химической промышленности

3.1. Процесс сушки и области его применения. Контактная и конвективная сушки. Сушительные агенты, используемые в процессе сушки. Свойства влажного воздуха как сушильного агента. «Н-Х» диаграмма состояния влажного воздуха (диаграмма Рамзина).

3.2. Материальный и тепловой баланс конвективной сушильной установки. Теоретическая (идеальная) сушилка. Внутренний баланс сушильной камеры. Уравнение рабочей линии процесса сушки. Изображение процесса сушки на «Н-Х» диаграмме. Смещение газов различных параметров.

3.3. Варианты проведения процесса конвективной сушки. Основной вариант; с дополнительным подводом теплоты в сушильной камере; с промежуточным подогревом воздуха по зонам сушильной камеры; с рециркуляцией части отработанного воздуха. Контактная сушка.

3.4. Равновесие фаз при сушке. Формы связи влаги с материалом. Изотермы сушки. Гигроскопическая точка материала. Кинетика сушки. Кривая сушки и кривая скорости сушки.

3.5. Конструкции конвективных сушилок. Камерная; многоярусная ленточная; барабанная; пневматическая; петлевая; распылительная сушилки. Сушка в кипящем слое. Конструкции контактных сушилок: вакуум-сушильные шкафы; гребковая вакуумсушилка; вальцовые сушилки. Специальные способы сушки: терморadiационная сушка; сушка в поле токов высокой частоты. Конструкции аппаратов для специальных способов сушки

Раздел 4. Адсорбция в системе «жидкость – твердое» и «газ – твердое». Экстракция в системе «жидкость – жидкость»

4.1. Адсорбция в системе, «газ – твердое» и «жидкость - твердое». Кинетика массопереноса в пористых телах: микро-, мезо- и макропоры. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции. Статическая и динамическая активность адсорбентов. Фронт адсорбции. Устройство и принцип действия адсорберов.

4.2. Теоретические основы экстракции в системе «жидкость-жидкость». Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме. Предельные расходы экстрагента. Многоступенчатая экстракция с перекрестным и противоточным движением фаз. Методы расчета основных типов экстракционных аппаратов. Промышленная экстракционная аппаратура

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы;	+	+	+	
2	– методы расчета массообменных аппаратов;	+		+	
3	– основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы;		+		+
4	– методы интенсификации работы массообменных аппаратов;			+	
5	– закономерности процесса выпаривания растворов, тепловые и материальные балансы процесса, методы расчета одно- и многокорпусных выпарных установок;		+		+
6	– закономерности влияния структуры потоков в аппаратах на технологические процессы;	+		+	
7	– основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамику сорбции;		+		+
8	– методы расчета адсорбционных аппаратов;			+	
	Уметь:				
9	– определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы;	+	+	+	+
10	– определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы;	+	+	+	+
11	– решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов;	+	+	+	+
12	– определять параметры процесса выпаривания;	+	+	+	+
13	– использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов;	+	+	+	+
	Владеть:				
14	– методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы;	+	+	+	+
15	– методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания;	+	+	+	+
16	– методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	+	+	+

17	ПК-1. Способен с использованием средств цифрового инжиниринга проектировать химико-технологические системы, специальное технологическое оборудование и технологическую оснастку	ПК-1.1. Знает принципы проектирования и создания химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки	+	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет проектировать и обеспечивать технологичность химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки, в том числе с использованием средств цифрового инжиниринга	+	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет современной методологией проектирования и создания химико-технологических систем, специального технологического оборудования и технологической оснастки, в том числе с использованием средств цифрового инжиниринга и применяет ее на практике	+	+	+	+
18	ПК-2. Способен с использованием систем управления технологическими процессами обеспечивать надежную и безопасную эксплуатацию химико-технологических систем и устранять неисправности.	ПК-2.1. Знает специальные технологических процессы и принципы управления ими в составе химико-технологических систем.	+	+	+	+
		ПК-2.2. Умеет управлять химико-технологическими системами с использованием КИП и АСУТП.	+	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет подходами обеспечения надежности и обеспечивает на практике безопасную эксплуатацию химико-технологических систем, устраняет неисправности.	+	+	+	+

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	Определение температурных депрессий. Материальный баланс однокорпусной выпарной установки.	4
2	1	Многокорпусное выпаривание. Прямоточные и противоточные схемы многокорпусных выпарных установок.	5
3	1	Явление самоиспарения растворов в многокорпусных выпарных установках. Экстра - пар.	4
4	2	Модели идеального смешения (МИС) и идеального вытеснения (МИВ).	3
5	2	Расчет среднего времени пребывания индикатора в аппаратах. Расчет параметров ячеечной модели.	2
6	2	Коэффициент продольной диффузии. Определение критерия Пекле для продольного перемешивания	2
7	3	Варианты проведения сушильного процесса: сушка с дополнительным подогревом воздуха в сушильной камере, зональная сушка, сушка с рециркуляцией отработанного воздуха.	3
8	3	Материальный баланс процесса конвективной сушки. Определение расхода воздуха на проведение процесса. Тепловой баланс конвективной сушки	1
9	3	Определение параметров влажного воздуха аналитически и с помощью диаграммы H-x.	2
10	4	Равновесные данные при адсорбции. Изотермы адсорбции.	2
11	4	Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме.	4
Итого:			32

6.2 Лабораторные занятия

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, 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 **зачет с оценкой** (9 семестр) и лабораторного практикума (9 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 50 баллов) и доклада (максимальная оценка 10 баллов), итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1.1 Расчет температуры кипения растворов при различных давлениях. Правило линейности физико-химических функций правило Дюринга, правило Бабо. Определение температурных депрессий. Материальный баланс однокорпусной выпарной установки. Расчет количества вторичного пара и упаренного раствора.

1.2 Тепловой баланс однокорпусного выпарного аппарата. Расчет поверхности выпарного аппарата. Определение движущей силы и коэффициентов теплопередачи. Многокорпусное выпаривание. Прямоточные и противоточные схемы многокорпусных выпарных установок. Полезная разность температур многокорпусных установок и способы ее распределения по корпусам.

1.3 Тепловой баланс многокорпусных выпарных установок. Явление самоиспарения растворов в многокорпусных выпарных установках. Экстра - пар.

2.2 Влияние структуры потоков на расчет средней движущей силы на примере выпарных аппаратов пленочного типа и с естественной циркуляцией раствора. Модели идеального смешения (МИС) и идеального вытеснения (МИВ).

2.3 Кривые отклика. Расчет среднего времени пребывания индикатора в аппаратах. Расчет параметров ячеечной модели. Определение числа ячеек идеального перемешивания.

2.4 Однопараметрическая диффузионная модель. Коэффициент продольной диффузии. Определение критерия Пекле для продольного перемешивания

3.1 Определение параметров влажного воздуха аналитически и с помощью диаграммы Н-х. Изображение процесса сушки на диаграмме Н-х.

3.2 Материальный баланс процесса конвективной сушки. Определение расхода воздуха на проведение процесса. Тепловой баланс конвективной сушки. Теоретический и действительный процессы сушки и их изображение на диаграмме Н-х. Влияние внешних факторов (температуры окружающего воздуха) на расчет вентиляторов и калориферов в технологических схемах процесса сушки.

3.3 Варианты проведения сушильного процесса: сушка с дополнительным подогревом воздуха в сушильной камере, зональная сушка, сушка с рециркуляцией отработанного воздуха.

4.1 Равновесные данные при адсорбции. Изотермы адсорбции. Уравнение материального баланса процесса адсорбции.

4.2 Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме. Многоступенчатая экстракция с перекрестным и противоточным движением фаз.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (одна контрольная работа по разделу 1, одна контрольная работа по разделу 2, одна контрольная работа по разделам 3 и 4). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (9 семестр) составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольную работу 3 (9 семестр) составляет 10 баллов. На доклад отводится 10 баллов.

Контрольная работа № 1.

1. Производительность пленочного выпарного аппарата, обогреваемого насыщенным водяным паром с давлением 2,7 ата, по исходному раствору составляет 1500 кг/час. Выпаривание производится при нормальном давлении, начальная концентрация 8%, конечная концентрация 20%. Раствор поступает при температуре кипения в аппарате, равной при нормальном давлении 106°C.

1. Изобразить схему аппарата.

2. Определить расход греющего пара (пренебрегая теплотой дегидратации и потерями тепла). Теплоемкости растворов определить по формуле $c = 4,19(1 - V)$ кДж/кг·°К.

3. До какой величины надо поднять давление насыщенного греющего пара, чтобы увеличить производительность аппарата по исходному раствору (при тех же концентрациях), при неизменном коэффициенте теплопередачи до 2000 кг/ час? Можно ли достигнуть этой производительности, уменьшив давление в аппарате до 0,6 ата при давлении греющего пара 2,7 ат?

2. В выпарном аппарате непрерывного действия подвергается выпариванию при атмосферном давлении 2,7 т/час водного раствора с начальной концентрацией 7% (массовых). Удельная теплоемкость раствора 4 кДж/кг. Сумма температурной и гидростатической депрессий составляет 3°C. Начальная температура исходного раствора 15°C. Давление греющего пара 2 ати (температура 133°C), удельная энтальпия 2730 кДж/кг. Поверхность теплообмена выпарного аппарата 50 м², коэффициент теплопередачи 965 Вт/м²·°К. Удельная энтальпия вторичного пара 2677 кДж/кг. Теплоемкость воды считать не зависящей от температуры. Определить конечную концентрацию выпаренного раствора и расход греющего пара. Потерями теплоты в окружающую среду и теплотой концентрирования пренебречь.

3. В выпарном аппарате с циркуляцией раствора, поверхность теплопередачи которого равна 30 м², непрерывно концентрируется при нормальном атмосферном давлении водный раствор соли от 5% до 25% (массовых). Расход раствора, подаваемого на выпаривание, 900 кг/час. Температура греющего пара 130°C (удельная теплота конденсации 2180 кДж/кг, причем конденсат удаляется при температуре конденсации). Температурная депрессия равна 11°C, температурная потеря из-за гидростатического эффекта 2°C. Раствор подают на выпаривание подогретым до температуры кипения в аппарате. Энтальпия вторичного пара 2680 кДж/кг. Определить расход греющего пара и коэффициент теплопередачи в аппарате, если потерями теплоты в окружающую среду, теплотой концентрирования и влиянием температуры на теплоемкость можно пренебречь.

Контрольная работа № 2

1. Производительность воздушной ленточной сушилки по исходному материалу составляет 3 т/час. Сушилка работает по основному варианту. Влажность материала до сушки 20%, после сушки 10%. Температура воздуха на входе в калорифер 20°C, парциальное давление водяных паров 1 мм.рт.ст., на входе в сушилку температура воздуха 170°C; относительная влажность на выходе из сушилки 80%. Температура материала до сушки 10 °C, после сушки 90°C, теплоемкость 1,2 кДж/кг °К. Потери тепла в окружающую среду и на нагревание транспортных устройств составляют 40 кВт.

Определить:

- расход свежего влажного воздуха, м³/час;
- расход тепла в калорифере, кВт;
- составить схему установки, изобразить конструкцию сушилки;
- решение проиллюстрировать графическим изображением процесса на H-Y диаграмме.

2. В воздушной конвективной сушилке, работающей по нормальному варианту, высушивают 2000 кг/час материала с начальной влажностью 28% до конечной влажности 10% (массовых). Температура атмосферного воздуха 20°C, его относительная влажность 80%. В калорифере воздух нагревается до 155°C, а на выходе из сушилки он имеет относительную влажность 80%. Внутренний баланс сушильной камеры $\Delta = - 278$ ккал/кг влаги. Найти расход воздуха и тепловую нагрузку калорифера. Схематически изобразить

ход процесса на диаграмме энтальпия – влагосодержание.

3. В воздушной конвективной сушилке, работающей по основному варианту, из высушиваемого материала удаляют 400 кг/час влаги. Температура воздуха на выходе из сушилки 43,6°C при относительной влажности 80%. Температура атмосферного воздуха 20°C, а его относительная влажность 80%. Внутренний баланс сушильной камеры $\Delta = - 278$ ккал/кг влаги. Найти расход воздуха и тепловую нагрузку калорифера. Схематически изобразить ход процесса на диаграмме энтальпия – влагосодержание.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – зачет с оценкой).

1. Процесс выпаривания растворов и области его применения. Проведение процесса при атмосферном давлении, под вакуумом и при избыточном давлении.
2. Теплоносители, используемые при выпаривании.
3. Понятие полезной разности температур при выпаривании.
4. Процесс выпаривания растворов в одноступенчатых выпарных аппаратах.
5. Схема однокорпусного выпаривания.
6. Материальный баланс однокорпусного выпарного аппарата.
7. Определение расхода энергии на проведение процесса в однокорпусном выпарном аппарате.
8. Определение температуры кипения раствора.
9. Виды температурных потерь (депрессий) и их определение.
10. Многокорпусное выпаривание.
11. Схемы прямоточных и противоточных установок.
12. Общая разность температур и ее связь с полезной разностью температур.
13. Материальный и тепловой баланс многокорпусных выпарных установок.
14. Определение полезной разности температур в многокорпусной выпарной установке и способы ее распределения по корпусам.
15. Распределение полезной разности температур из условия равенства поверхностей обогрева аппаратов.
16. Определение предельного и оптимального числа корпусов многокорпусной выпарной установки.
17. Последовательность расчета многокорпусной установки.
18. Конструкции выпарных аппаратов.
19. Выпаривание с тепловым насосом; области применения.
20. Классификация выпарных аппаратов по принципу организации циркуляции кипящего раствора в аппарате.
21. Аппараты с естественной и принудительной циркуляцией раствора.
22. Особенности расчета аппаратов с различной структурой потоков (МИВ и МИС).
23. Цели и задачи изучения реальной структуры потоков в аппаратах.
24. Влияние продольного перемешивания на эффективность работы колонных массообменных аппаратов и теплообменной аппаратуры.
25. Структура потоков в случае простейших идеальных моделей: идеальное вытеснение (МИВ) и идеальное смешение (МИС).
26. Методы исследования структуры потоков.
27. Импульсный и ступенчатый ввод трассера.
28. Время пребывания.
29. Дифференциальная и интегральная функции распределения времени пребывания, их взаимосвязь.
30. Математические модели структуры потоков в приближении к реальным системам.
31. Ячеечная модель: число ячеек идеального смешения как параметр модели.

32. Диффузионная однопараметрическая модель: среднее время пребывания, дисперсия.
33. Дисперсионное число (обратный критерий Пекле, коэффициент продольного перемешивания).
34. Связь параметров моделей в предельных случаях МИВ и МИС.
35. Оценка адекватности моделей и ограничения.
36. Учёт структуры потоков при расчёте движущих сил тепло- и массообмена.
37. Влияние структуры потока на расчет температуры кипения в выпарных аппаратах с циркуляцией раствора и без.
38. Расчет колонных массообменных аппаратов с учетом структуры потоков
39. Процесс сушки и области его применения.
40. Контактная и конвективная сушки.
41. Сушильные агенты, используемые в процессе сушки.
42. Свойства влажного воздуха как сушильного агента.
43. «Н-Х» диаграмма состояния влажного воздуха (диаграмма Рамзина).
44. Материальный и тепловой баланс конвективной сушильной установки.
45. Теоретическая (идеальная) сушилка.
46. Внутренний баланс сушильной камеры.
47. Уравнение рабочей линии процесса сушки.
48. Изображение процесса сушки на «Н-Х» диаграмме.
49. Смещение газов различных параметров.
50. Варианты проведения процесса конвективной сушки.
51. Основной вариант; с дополнительным подводом теплоты в сушильной камере; с промежуточным подогревом воздуха по зонам сушильной камеры; с рециркуляцией части отработанного воздуха.
52. Контактная сушка.
53. Равновесие фаз при сушке.
54. Формы связи влаги с материалом.
55. Изотермы сушки.
56. Гигроскопическая точка материала.
57. Кинетика сушки.
58. Кривая сушки и кривая скорости сушки.
59. Конструкции конвективных сушилок.
60. Камерная; многоярусная ленточная; барабанная; пневматическая; петлевая; распылительная сушилки.
61. Сушка в кипящем слое.
62. Конструкции контактных сушилок: вакуум-сушильные шкафы; гребковая вакуумсушилка; вальцовые сушилки.
63. Специальные способы сушки: терморadiационная сушка; сушка в поле токов высокой частоты.
64. Конструкции аппаратов для специальных способов сушки
65. Адсорбция в системе, «газ – твердое» и «жидкость - твердое».
66. Кинетика массопереноса в пористых телах: микро-, мезо- и макропоры.
67. Равновесие при адсорбции.
68. Изотермы адсорбции.
69. Статическая и динамическая активность адсорбентов.
70. Фронт адсорбции.
71. Устройство и принцип действия адсорберов.
72. Теоретические основы экстракции в системе «жидкость-жидкость».
73. Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме.
74. Предельные расходы экстрагента.
75. Многоступенчатая экстракция с перекрестным и противоточным движением фаз.

76. Методы расчета основных типов экстракционных аппаратов.

77. Промышленная экстракционная аппаратура.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (9 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии» проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 и 4 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, 2 вопрос – 15 баллов, 3 вопрос – 15 баллов.

«Утверждаю» _____ зав. кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов М.В. Шишанов «__» _____ 20__г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	кафедра технологии переработки пластмасс
	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии	
Билет № 1	
1. Понятие полезной разности температур при выпаривании.	
2. Материальный и тепловой баланс конвективной сушильной установки.	
3. Особенности расчета аппаратов с различной структурой потоков (МИВ и МИС).	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 216 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09099-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515341>.
2. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09101-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515481>.
3. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09102-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515482>.
4. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09103-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515900>.
5. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09104-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515901>.

Б. Дополнительная литература

1. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022 ; Томск : Изд-во Томского политехнического университета. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11830-8 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4387-0787-5 (Изд-во Томского политехнического университета). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495870>.
2. Игнатенков, В. И. Теоретические основы химической технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10570-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517961>.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. — URL: <https://urait.ru/>.

2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1727628 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 «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» проводятся в форме зачета с оценкой 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.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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 (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков

			и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	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.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:

		Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
7	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

		регистрации на сайте ЭБС.	
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в

		пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearchive	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
15	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf)	Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access).	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ Полнотекстовая коллекция

		http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com
18	Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
19	Коллекции издательства Elsevier на	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ	«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов

	платформе ScienceDirect	от 10.06.2021 № 620 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
20	IOP	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте IOP из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.	
21	Scopus	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
22	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
23	ProQuest	Принадлежность – сторонняя	База данных ProQuest

Dissertation and Theses Global	Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf)	Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте.

я

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Пакет офисных программ (текстовый редактор, табличный процессор, редактор презентаций) Libre Office	Не предусмотрен (бесплатное программное обеспечение, свободно распространяемое в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0)	не ограничено в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0	бессрочная в соответствии с условиями лицензии Mozilla Public License, version 2.0
2	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

	Word Excel PowerPoint Microsoft Teams			
4	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	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. Процессы и аппараты выпаривания растворов	<i>Знает:</i> -теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы - методы расчета массообменных аппаратов. - закономерности влияния структуры потоков в аппаратах на технологические процессы <i>Умеет:</i> -определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы; -определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы; -решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов; -определять параметры процесса выпаривания; -использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов; <i>Владеет:</i> -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы; -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания; -методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.	Оценка за контрольную работу №1 (9 семестр) Оценка за зачет с оценкой (9 семестр)
Раздел 2. Структура потоков в тепло и массообменных аппаратах и реакторах	<i>Знает:</i> -теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы; -основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы; -закономерности процесса выпаривания растворов, тепловые и	Оценка за контрольную работу №1 (9 семестр) Оценка за зачет с оценкой (9 семестр)

	материальные балансы процесса, методы расчета одно- и многокорпусных выпарных установок; -основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамику сорбции; <i>Умеет:</i> определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы; -определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы; -решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов; -определять параметры процесса выпаривания; -использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов; <i>Владеет:</i> -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы; -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания; – методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.	
Раздел 3. Изучение процесса сушки в химической промышленности	<i>Знает:</i> -теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы; -методы расчета массообменных аппаратов; -методы интенсификации работы массообменных аппаратов; -закономерности влияния структуры потоков в аппаратах на технологические процессы; <i>Умеет:</i> -определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы; -определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы;	Оценка за контрольную работу №1 (9 семестр) Оценка за зачет с оценкой (9 семестр)

	-решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов; -определять параметры процесса выпаривания; -использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов; <i>Владеет:</i> -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы; -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания; – методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.	
Раздел 4. Адсорбция в системе «жидкость – твердое» и «газ – твердое». Экстракция в системе «жидкость – жидкость»	<i>Знает:</i> -основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы; -закономерности процесса выпаривания растворов, тепловые и материальные балансы процесса, методы расчета одно- и многокорпусных выпарных установок; -основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамику сорбции; <i>Умеет:</i> -определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы; -определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы; -решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов; -определять параметры процесса выпаривания; -использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов; <i>Владеет:</i> -методами определения основных параметров оборудования,	Оценка за контрольную работу №1 (9 семестр) Оценка за зачет с оценкой (9 семестр)

	используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы; -методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания; – -методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.	

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 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической
технологии»

основной образовательной программы
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Синтез и анализ технологических схем»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза, д.х.н., профессором Р.А. Козловским.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Синтез и анализ технологических схем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: технология нефтегазохимии и промышленной органической химии, процессы и аппараты химической технологии, моделирование химико-технологических процессов, общая химическая технология.

Цель дисциплины - сформировать умения синтезировать, анализировать и обосновывать технологические схемы нефтегазохимических и органических производств с учетом материальных и тепловых балансов, качества продукции и ограничений промышленной реализации.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о составе, свойствах и требованиях к сырью, полупродуктам и готовой продукции соответствующих производств;
- изучить основные технологические и аппаратурные решения, применяемые в нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- развить умение анализировать технологические схемы, показатели качества продукции и результаты расчетов;
- сформировать начальные навыки подготовки расчетно-аналитических материалов и технических выводов по результатам выполнения учебных заданий.

Дисциплина «Синтез и анализ технологических схем» преподается в 8 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:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание	Обобщенные трудовые функции
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера; анализ и контроль технологических процессов и качества продукции.	Химическое, химико-технологическое производство; технологические комплексы нефтегазохимии, промышленной органической химии и малотоннажного синтеза.	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям выпускников; консультации с работодателями; обобщение отечественного и зарубежного опыта.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», обобщенная трудовая функция А.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;
- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.

Уметь:

- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;
- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;
- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.

Владеть:

- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;
- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,97	71	53,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Методология синтеза технологических схем	36	-	8	-	8	-	-	20
2	Раздел 2. Материальные, тепловые и информационные связи схем	36	-	8	-	8	-	-	20
3	Раздел 3. Анализ вариантов технологических схем	36	-	8	-	8	-	-	20
4	Раздел 4. Документирование и обоснование схемных решений	36	-	8	-	8	-	-	20
	ИТОГО	144	-	32	-	32	-	-	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методология синтеза технологических схем

Постановка задачи синтеза технологической схемы. Исходные данные: сырье, целевые продукты, ограничения по качеству и производительности. Декомпозиция технологической системы на функциональные блоки: подготовка сырья, реакционный узел, разделение, очистка, рецикл, утилизация побочных потоков.

Раздел 2. Материальные, тепловые и информационные связи схем

Материальные балансы узлов и схемы в целом. Тепловые потоки, теплообменные связи и энергосбережение. Рециркуляционные контуры, продувки

и накопление инертных компонентов. Согласование технологических, энергетических и аналитических требований к схеме.

Раздел 3. Анализ вариантов технологических схем

Критерии сравнения вариантов: выход целевого продукта, селективность, степень превращения, энергопотребление, количество отходов, технологическая устойчивость, безопасность и управляемость. Выявление узких мест, оценка чувствительности схемы к изменению сырья и режима.

Раздел 4. Документирование и обоснование схемных решений

Представление технологической схемы в виде структурной, функциональной и принципиальной технологической схемы. Состав пояснительной записки, таблицы потоков, требования к исходным данным для проектирования аппаратов и выбора оборудования. Подготовка расчетно-аналитического отчета.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
2	- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;	+	+	+	+
3	- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.	+	+	+	+
	Уметь:				
4	- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;	+	+	+	+
5	- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству	+	+	+	+

	продукции, безопасности и ресурсной эффективности;				
6	- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.	+	+	+	+
	Владеть:				
7	- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;	+	+	+	+
8	- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
9	- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.	+	+	+	+

№	Компетенция	Индикатор достижения	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3/4
1	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	+	+	+
2	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	+	+	+
3	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Синтез и анализ технологических схем». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания составляет 15 баллов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Анализ исходного сырья, продуктовых потоков и показателей качества для заданного процесса.	8
2	2	Составление материального баланса технологического узла и расчет выхода целевого продукта.	8
3	3	Выбор и обоснование технологических параметров процесса с учетом селективности, качества продукции и безопасности.	8
4	4	Анализ технологической схемы, выявление узких мест и подготовка расчетно-аналитического отчета.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Синтез и анализ технологических схем» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;
- подготовку к выполнению практических заданий и оформлению расчетно-аналитических отчетов;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала и работу с литературными источниками. При работе с 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 практических заданий, контрольных работ и итогового контроля в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка составляет 100 баллов: практические задания - до 30 баллов, текущие контрольные работы - до 30 баллов, итоговый контроль - до 40 баллов.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Контрольная работа содержит 2 вопроса или одно расчетно-аналитическое задание.

1. Перечислите основные показатели качества сырья и продуктов, контролируемые в рассматриваемом технологическом процессе.
2. Объясните влияние температуры, давления и состава сырья на селективность и выход целевого продукта.
3. Опишите структуру технологической схемы производства и назначение ее основных узлов.
4. Сформулируйте критерии выбора технологического или аппаратного решения для заданного производства.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

1. Сырьевая база нефтегазохимии: состав, свойства, требования к подготовке.
2. Основные продукты промышленной органической химии и их технологические цепочки.
3. Каталитические процессы переработки углеводородного сырья.
4. Пиролиз углеводородов: назначение, продукты, факторы, влияющие на выход.
5. Гидрирование, дегидрирование и окисление в нефтегазохимии.
6. Методы контроля состава и качества сырья, полупродуктов и готовой продукции.
7. Материальный баланс технологической схемы и его использование для анализа процесса.

8. Тепловой баланс и энергосбережение в технологических схемах органического синтеза.
9. Рециклы, продувки и их влияние на устойчивость технологического режима.
10. Критерии сравнения вариантов технологических схем.
11. Аппаратурное оформление реакционных процессов нефтегазохимии.
12. Аппараты разделения и очистки продуктов органического синтеза.
13. Безопасность процессов с горючими и токсичными веществами.
14. Экологические ограничения и обращение с побочными продуктами.
15. Подготовка расчетно-аналитического отчета по технологической схеме.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (8 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Синтез и анализ технологических схем» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов или одного вопроса и одного расчетно-аналитического задания.

Пример билета для зачета с оценкой:

Билет № 1

1. Сырьевая база и основные технологические стадии заданного производства.
2. Анализ показателей качества продукции и обоснование контролируемых параметров технологического процесса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки углеводородных газов : учебник для вузов / В. С. Арутюнов, И. А. Голубева, О. Л. Елисеев, Ф. Г. Жагфаров. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 723 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12398-2. - Текст : электронный.
2. Каминский, В. А. Органическая химия : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 583 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-20926-6. - Текст : электронный.

3. Мартынова, Т. В. Химия : учебник и практикум для вузов / Т. В. Мартынова, И. В. Артамонова, Е. Б. Годунов ; под общ. ред. Т. В. Мартыновой. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09668-2. - Текст : электронный.

Б. Дополнительная литература

1. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 287 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02906-2. - Текст : электронный.

2. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 314 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02911-6. - Текст : электронный.

3. Справочные материалы, стандарты и техническая документация по технологическим процессам нефтегазохимии, промышленной органической химии и оборудованию химических производств.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Нефтехимия». ISSN 0028-2421. Научный журнал по химии и технологии нефтехимических процессов, катализа и переработки углеводородного сырья.

2. Журнал «Химическая промышленность сегодня». ISSN 0023-110X. Публикует материалы по технологиям, оборудованию, экономике и экологии химических производств.

3. Журнал «Катализ в промышленности». ISSN 1816-0387. Научно-практическое издание по промышленному катализу и каталитическим процессам.

4. Реферативные и библиографические базы данных ВИНТИ РАН, eLIBRARY.RU, Google Scholar, DOAJ.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева: <http://eios.muctr.ru>.

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.

- Система федеральных образовательных порталов: <http://www.openedu.ru/>.

- Образовательная платформа «Юрайт»: <https://urait.ru/>.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, обеспечивающий обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. При освоении дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, справочно-поисковые системы и ресурсы научно-технической информации.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Для проведения занятий используются учебные аудитории, оснащенные доской, мультимедийным проектором, экраном, компьютером преподавателя, а также аудитории для практических занятий с доступом к справочным и электронным образовательным ресурсам.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Технологические схемы нефтегазохимических и органических производств, таблицы свойств сырья и продуктов, методические материалы к практическим занятиям, примеры расчетных и аналитических отчетов.

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

Используются компьютерное и видеопроекционное оборудование, доступ к сети Интернет, электронным библиотечным системам, справочным правовым и научно-техническим ресурсам.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебные пособия, справочники, нормативные документы, электронные учебно-методические материалы, научные и отраслевые периодические издания.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office / офисный пакет	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / российская ОС при наличии	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Internet-браузеры, средства просмотра PDF-документов	свободно распространяемое ПО / лицензии университета	не ограничено	бессрочно / по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методология синтеза технологических схем	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 семестр).
Раздел 2. Материальные, тепловые и информационные связи схем	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 семестр).

Раздел 3. Анализ вариантов технологических схем	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 семестр).
Раздел 4. Документирование и обоснование схемных решений	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 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 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Синтез и анализ технологических схем»
основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств

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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной
органической химии»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

заведующим кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза, д.х.н., профессором Р.А. Козловским.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной органической химии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: процессы и аппараты химической технологии, сопротивление материалов, конструирование и расчет элементов оборудования, технология нефтегазохимии и промышленной органической химии.

Цель дисциплины - сформировать навыки предварительного расчета и проектного обоснования аппаратов нефтегазохимических и органических производств с учетом технологического назначения, свойств среды, режимов работы и требований промышленной безопасности.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о составе, свойствах и требованиях к сырью, полупродуктам и готовой продукции соответствующих производств;
- изучить основные технологические и аппаратурные решения, применяемые в нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- развить умение анализировать технологические схемы, показатели качества продукции и результаты расчетов;
- сформировать начальные навыки подготовки расчетно-аналитических материалов и технических выводов по результатам выполнения учебных заданий.

Дисциплина «Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной органической химии» преподается в 8 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:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание	Обобщенные трудовые функции
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера; анализ и контроль технологических процессов и качества продукции.	Химическое, химико-технологическое производство; технологические комплексы нефтегазохимии, промышленной органической химии и малотоннажного синтеза.	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям выпускников; консультации с работодателями; обобщение отечественного и зарубежного опыта.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», обобщенная трудовая функция А.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;
- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.

Уметь:

- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;
- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности, качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;
- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.

Владеть:

- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;
- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;
- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,97	71	53,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Исходные данные для расчета и проектирования аппаратов	36	-	8	-	8	-	-	20
2	Раздел 2. Расчет реакционных и теплообменных аппаратов	36	-	8	-	8	-	-	20
3	Раздел 3. Расчет аппаратов разделения и массообмена	36	-	8	-	8	-	-	20
4	Раздел 4. Проектное оформление и проверка технических решений	36	-	8	-	8	-	-	20
	ИТОГО	144	-	32	-	32	-	-	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Исходные данные для расчета и проектирования аппаратов

Технологическое назначение аппарата, состав и свойства рабочих сред, производительность, давление, температура, фазовое состояние, коррозионная активность, взрыво- и пожароопасность. Требования к материалам, надежности, контролю и техническому обслуживанию.

Раздел 2. Расчет реакционных и теплообменных аппаратов

Основы расчета реакторов идеального вытеснения и смешения, контактных аппаратов, трубчатых и емкостных реакторов. Тепловой баланс, теплообменные

поверхности, температурный режим, гидравлическое сопротивление. Выбор конструктивной схемы и параметров аппарата.

Раздел 3. Расчет аппаратов разделения и массообмена

Расчет и подбор колонных аппаратов, сепараторов, абсорберов, ректификационных колонн, экстракторов. Теоретические ступени, эффективность контактных устройств, гидравлические режимы, унос, захлебывание, падение давления. Требования к качеству разделения и контролю продукта.

Раздел 4. Проектное оформление и проверка технических решений

Компоновка аппарата в составе технологической схемы, выбор материалов и стандартных элементов, оценка ремонтпригодности и безопасной эксплуатации. Подготовка расчетной записки, спецификации, исходных данных для конструкторской документации и анализа качества проектного решения.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции в производствах нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
2	- назначение основных технологических стадий, требования к сырью, промежуточным и готовым продуктам, а также типовые показатели качества;	+	+	+	+
3	- подходы к оценке технологических режимов, материальных потоков и качества продукции при анализе производственных схем.	+	+	+	+
	Уметь:				
4	- проводить анализ технологической информации, показателей качества сырья, материалов и готовой продукции в рамках учебных расчетно-аналитических заданий;	+	+	+	+
5	- сопоставлять варианты технологических решений по выходу целевого продукта, селективности,	+	+	+	+

	качеству продукции, безопасности и ресурсной эффективности;				
6	- оформлять результаты анализа в виде краткого технического заключения, таблиц потоков, расчетной или аналитической записки.	+	+	+	+
	Владеть:				
7	- базовыми навыками применения современных методов анализа сырья, материалов и качества готовой продукции;	+	+	+	+
8	- приемами оценки корректности технологических и расчетных решений для типовых производств нефтегазохимии и промышленной органической химии;	+	+	+	+
9	- начальными навыками подготовки обоснованных выводов по результатам анализа технологической схемы, аппарата или процесса.	+	+	+	+

№	Компетенция	Индикатор достижения	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3/4
1	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	+	+	+
2	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.2 Умеет проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	+	+	+
3	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной органической химии». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания составляет 15 баллов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Анализ исходного сырья, продуктовых потоков и показателей качества для заданного процесса.	8
2	2	Составление материального баланса технологического узла и расчет выхода целевого продукта.	8
3	3	Выбор и обоснование технологических параметров процесса с учетом селективности, качества продукции и безопасности.	8
4	4	Анализ технологической схемы, выявление узких мест и подготовка расчетно-аналитического отчета.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной органической химии» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;
- подготовку к выполнению практических заданий и оформлению расчетно-аналитических отчетов;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала и работу с литературными источниками. При

работе с 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 практических заданий, контрольных работ и итогового контроля в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка составляет 100 баллов: практические задания - до 30 баллов, текущие контрольные работы - до 30 баллов, итоговый контроль - до 40 баллов.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Контрольная работа содержит 2 вопроса или одно расчетно-аналитическое задание.

1. Перечислите основные показатели качества сырья и продуктов, контролируемые в рассматриваемом технологическом процессе.
2. Объясните влияние температуры, давления и состава сырья на селективность и выход целевого продукта.
3. Опишите структуру технологической схемы производства и назначение ее основных узлов.
4. Сформулируйте критерии выбора технологического или аппаратного решения для заданного производства.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

1. Сырьевая база нефтегазохимии: состав, свойства, требования к подготовке.
2. Основные продукты промышленной органической химии и их технологические цепочки.
3. Каталитические процессы переработки углеводородного сырья.
4. Пиролиз углеводородов: назначение, продукты, факторы, влияющие на выход.
5. Гидрирование, дегидрирование и окисление в нефтегазохимии.
6. Методы контроля состава и качества сырья, полупродуктов и готовой продукции.

7. Материальный баланс технологической схемы и его использование для анализа процесса.
8. Тепловой баланс и энергосбережение в технологических схемах органического синтеза.
9. Рециклы, продувки и их влияние на устойчивость технологического режима.
10. Критерии сравнения вариантов технологических схем.
11. Аппаратурное оформление реакционных процессов нефтегазохимии.
12. Аппараты разделения и очистки продуктов органического синтеза.
13. Безопасность процессов с горючими и токсичными веществами.
14. Экологические ограничения и обращение с побочными продуктами.
15. Подготовка расчетно-аналитического отчета по технологической схеме.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (8 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной органической химии» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов или одного вопроса и одного расчетно-аналитического задания.

Пример билета для зачета с оценкой:

Билет № 1

1. Сырьевая база и основные технологические стадии заданного производства.
2. Анализ показателей качества продукции и обоснование контролируемых параметров технологического процесса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки углеводородных газов : учебник для вузов / В. С. Арутюнов, И. А. Голубева, О. Л. Елисеев, Ф. Г. Жагфаров. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 723 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12398-2. - Текст : электронный.

2. Каминский, В. А. Органическая химия : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 583 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-20926-6. - Текст : электронный.

3. Мартынова, Т. В. Химия : учебник и практикум для вузов / Т. В. Мартынова, И. В. Артамонова, Е. Б. Годунов ; под общ. ред. Т. В. Мартыновой. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09668-2. - Текст : электронный.

Б. Дополнительная литература

1. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 287 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02906-2. - Текст : электронный.

2. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / В. А. Каминский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 314 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02911-6. - Текст : электронный.

3. Справочные материалы, стандарты и техническая документация по технологическим процессам нефтегазохимии, промышленной органической химии и оборудованию химических производств.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Нефтехимия». ISSN 0028-2421. Научный журнал по химии и технологии нефтехимических процессов, катализа и переработки углеводородного сырья.

2. Журнал «Химическая промышленность сегодня». ISSN 0023-110X. Публикует материалы по технологиям, оборудованию, экономике и экологии химических производств.

3. Журнал «Катализ в промышленности». ISSN 1816-0387. Научно-практическое издание по промышленному катализу и каталитическим процессам.

4. Реферативные и библиографические базы данных ВИНТИ РАН, eLIBRARY.RU, Google Scholar, DOAJ.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева: <http://eios.muctr.ru>.

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.
- Система федеральных образовательных порталов: <http://www.openedu.ru/>.
- Образовательная платформа «Юрайт»: <https://urait.ru/>.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, обеспечивающий обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. При освоении дисциплины используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, справочно-поисковые системы и ресурсы научно-технической информации.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Для проведения занятий используются учебные аудитории, оснащенные доской, мультимедийным проектором, экраном, компьютером преподавателя, а также аудитории для практических занятий с доступом к справочным и электронным образовательным ресурсам.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Технологические схемы нефтегазохимических и органических производств, таблицы свойств сырья и продуктов, методические материалы к практическим занятиям, примеры расчетных и аналитических отчетов.

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

Используются компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронным библиотечным системам, справочным правовым и научно-техническим ресурсам.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебные пособия, справочники, нормативные документы, электронные учебно-методические материалы, научные и отраслевые периодические издания.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office / офисный пакет	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / русская ОС при наличии	в соответствии с действующими договорами университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Internet-браузеры, средства просмотра PDF- документов	свободно распространяемое ПО / лицензии университета	не ограничено	бессрочно / по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Исходные данные для расчета и проектирования аппаратов	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 семестр).
Раздел 2. Расчет реакционных и теплообменных аппаратов	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 семестр).
Раздел 3. Расчет аппаратов разделения и массообмена	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 семестр).
Раздел 4. Проектное оформление и проверка технических решений	Знает: основные положения раздела, методы контроля технологического процесса и качества продукции. Умеет: применять изученные подходы к анализу технологических решений в рамках учебного задания. Владеет: начальными навыками подготовки расчетно-аналитических выводов и технических заключений.	Оценка за практические задания и контрольные работы (8 семестр). Оценка за зачет с оценкой (8 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 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Расчет и проектирования аппаратов нефтегазохимии и промышленной
органической химии»
основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Дополнительные главы химии и физической химии полимеров»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

И.о. зав. кафедрой химической технологии пластических масс, доцентом Ю.В. Биличенко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химической технологии пластических масс

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» реализуется в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК	ПК-4 Способен применять специальные знания в области полимерных материалов и технологий их получения и переработки	ПК-4.1 Знает особенности строения, свойств и физико-химического поведения полимеров. ПК-4.2 Умеет использовать сведения о свойствах полимеров при анализе технологических и проектных решений. ПК-4.3 Владеет навыками интерпретации свойств полимерных систем в рамках учебных расчетных и аналитических задач.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров»
- типовые методы и подходы по теме «растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «физико-механические и реологические свойства полимерных систем»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	108,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,97	71	53,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Строение и надмолекулярная организация полимеров	36	-	8	-	8	-	-	-	17
2	Раздел 2. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров	36	-	8	-	8	-	-	-	17
3	Раздел 3. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем	36	-	8	-	8	-	-	-	17
4	Раздел 4. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки	36	-	8	-	8	-	-	-	20
ИТОГО		144	-	32	-	32	-	-	-	71

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «физико-механические и реологические свойства полимерных систем»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ПК-4 Способен применять специальные знания в области полимерных материалов и технологий их получения и переработки	ПК-4.1 Знает особенности строения, свойств и физико-химического поведения полимеров.	+	+	+	+
2	ПК-4 Способен применять специальные знания в области полимерных материалов и технологий их	ПК-4.2 Умеет использовать сведения о свойствах полимеров при анализе технологических и проектных решений.	+	+	+	+

	получения и переработки					
3	ПК-4 Способен применять специальные знания в области полимерных материалов и технологий их получения и переработки	ПК-4.3 Владеет навыками интерпретации свойств полимерных систем в рамках учебных расчетных и аналитических задач.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
2	2	Практическая работа по разделу «Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
3	3	Практическая работа по разделу «Физико-механические и реологические свойства полимерных систем»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8
4	4	Практическая работа по разделу «Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (7 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет с оценкой. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр - зачет с оценкой).

1. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
2. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
8. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
9. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
10. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
11. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
12. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
13. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
14. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
15. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
16. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

17. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
18. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
19. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
20. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
21. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
22. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
23. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
24. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Физико-механические и реологические свойства полимерных систем: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Дополнительные главы химии и физической химии полимеров
1.	Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров: основные понятия и назначение.
2.	Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки пластмасс: учебное пособие / под ред. В. К. Крыжановского. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 368 с. — ISBN 978-5-507-48535-7.
2. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 263 с. — ISBN 978-5-534-16945-4.
3. Конструирование изделий из полимерных материалов: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 220 с. — ISBN 978-5-507-46112-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.

5. База данных ВИНТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.

6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Дополнительные главы химии и физической химии полимеров» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Строение макромолекул и надмолекулярная организация полимеров	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (7 семестр).
Раздел 2. Растворы, расплавы и фазовые состояния полимеров	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (7 семестр).
Раздел 3. Физико-механические и реологические свойства	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными	Оценка за практическую/контрольную работу №3;

полимерных систем	навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	оценка за итоговый контроль (7 семестр).
Раздел 4. Связь состава, структуры и свойств полимеров с технологией переработки	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (7 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Дополнительные главы химии и физической химии полимеров»**

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология и оборудование процессов переработки полимеров»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Москва 2024

Программа составлена

к.х.н., профессором кафедры технологии переработки пластмасс Н.Н. Тихоновым

к.т.н., доцентом кафедры технологии переработки пластмасс Н.К. Калининой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии переработки пластмасс

«__» _____ 202__ г., протокол № __.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 7 семестра.

Дисциплина «Технология и оборудование процессов переработки полимеров» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и физики полимеров.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся знаний об особенностях технологического оформления современных процессов переработки полимеров, взаимосвязи свойств полимеров с технологическими параметрами процессов переработки полимеров.

Задачи дисциплины:

- изучение основных закономерностей технологических процессов переработки полимеров в изделия;
- изучение взаимосвязи свойств полимера с технологическими параметрами этих процессов;
- рассмотрение в рамках курса с основными путями и методами эффективного управления свойствами изделия в процессе его изготовления,
- анализ взаимосвязи технологии получения, структуры, свойств, процессов переработки и применения важнейших представителей синтетических полимеров.

Цели и задачи курса достигаются с помощью:

- ознакомления обучающихся с основными теоретическими представлениями о процессах переработки полимеров;
- изучения современных методов и технологий производства изделий из полимеров;
- ознакомления с основными подходами к регулированию структуры полимеров на стадии их переработки с целью получения из них изделий с заданными свойствами.

Дисциплина «Технология и оборудование процессов переработки полимеров» 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 полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа;

ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;

ПК-4.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты;

ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- технологические основы организации современных процессов производства изделий из пластмасс.

Уметь:

- составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов переработки пластмасс, уметь их оптимизировать;

- организовать управление технологическими процессами производства изделий из пластмасс с максимальной степенью эффективности.

Владеть:

- современными представлениями о передовых технологиях производства изделий из полимерных материалов.

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:	1,78	64	48
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)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	2,22	80	60
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	2,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		79,6	59,7
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ 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. Анализ современных технологических процессов переработки термопластичных полимеров и пластмасс	80		20		20				40
1.1	Выбор метода переработки в зависимости от свойств материала, назначения изделия, его конфигурации и тиражности. Общая схема организации процессов производства изделий из пластмасс. Основные и вспомогательные стадии процесса.	13		3		3				7
1.2	Технология процессов производства профильных изделий из пластмасс.	12		3		3				6
1.3	Литье под давлением термопластов.	13		3		3				7
1.4	Формование изделий из листовых термопластов.	15		4		4				7
1.5	Переработка фторопластов.	15		4		4				7
1.6	Получение изделий из газонаполненных пластмасс.	12		3		3				6
2	Раздел 2. Анализ современных технологических процессов переработки термореактивных полимеров	55		12		12				31

2.1	Литье под давлением реактопластов.	10		3		3				4
2.2	Прессование. Основные технологические свойства пресс-материалов и их влияние на параметры процесса и качество формуемых изделий.	15		3		3				9
2.3	Подготовка пресс-материалов. Основные процессы, происходящие при прессовании.	15		3		3				9
2.4	Способы прессования.	15		3		3				9
	ИТОГО	135		32		32		-		71
	Зачет с оценкой									9
	ИТОГО	144								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Анализ современных технологических процессов переработки термопластичных полимеров и пластмасс

1.1. Выбор метода переработки в зависимости от свойств материала, назначения изделия, его конфигурации и тиражности. Общая схема организации процессов производства изделий из пластмасс. Основные и вспомогательные стадии процесса.

Переработка в вязкотекучем, высокоэластическом, стеклообразном состояниях. Особенности переработки термопластичных и термореактивных материалов.

1.2. Технология процессов производства профильных изделий из пластмасс.

Экструзия. Сущность процесса. Гидродинамическая теория червячной экструзии. Зонирование червяка. Виды потоков. Связь производительности экструдера с геометрией червяка, головки и переменными параметрами режима экструзии. Современное экструзионное оборудование. Назначение и области применения. Классификация. Конструкция экструдера. Взаимосвязь конструкции экструдера со свойствами перерабатываемых полимеров. Двухчервячные экструдеры, области применения, особенности конструкции. Червячные смесители-пластикаторы непрерывного действия. Экструзионные агрегаты и технология процессов производства профильно-погонажных изделий из полимерных материалов. Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства полимерных плёнок (производство рукавных, плоских пленок, ориентированных, многослойных пленок). Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства листов из полимеров. Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства труб из полимеров.

Каландрование. Основные процессы, происходящие при каландровании.

Производительность процесса. Распорное усилие между валками. Способы компенсации прогиба валков. Формование на каландре. Каландровый эффект. Технология производства листовых и пленочных изделий.

1.3. Литье под давлением термопластов.

Сущность процесса. Цикл формования. Основные операции. Технологические параметры процессы. Выбор температурного режима. Изменение давления в форме во время цикла. Взаимосвязь температуры, давления и объема отливки. Рабочая диаграмма цикла. Определение оптимальных условий формования. Охлаждение формы, влияние скорости охлаждения на структуру полимера в изделии. Время цикла. Остаточные напряжения в изделиях при литье, причины возникновения и возможности их устранения. Особенности литья аморфных и кристаллизующихся полимеров.

Аппаратурное оформление процессов литья под давлением изделий из пластмасс. Назначение, области применения, классификация и принципиальная схема литьевых машин. Связь между свойствами перерабатываемых материалов и конструкцией литьевых машин. Обзор конструкций литьевых машин.

1.4. Формование изделий из листовых термопластов.

Сущность процесса и области применения. Используемые материалы. Основные стадии процесса. Технологические параметры и их влияние на качество изделий. Степень вытяжки и «формоустойчивость» изделий. Способы формования.

Аппаратурное оформление процессов формования изделий из листовых термопластов. Назначение, классификация, основные виды формующего оборудования. Многопозиционные вакуум-формовочные машины. Специализированные агрегаты для термоформования.

1.5. Переработка фторопластов.

Двухстадийная переработка политетрафторэтилена. Получение прессованной заготовки холодным прессованием. Термическая обработка прессованной заготовки – свободное спекание без формы. Метод холодного прессования заготовок с последующим спеканием в

закрытом устройстве. Способы повышения механических и триботехнических свойств спекаемого композиционного материала.

1.6. Получение изделий из газонаполненных пластмасс.

Классификация и общая характеристика газонаполненных пластмасс. Наиболее распространенные группы газонаполненных полимерных материалов и изделий, их составы и методы получения, преимущества и недостатки, области применения. Пенопласты и поропласты на основе термопластов.

Раздел 2. Анализ современных технологических процессов переработки термореактивных полимеров

2.1. Литье под давлением реактопластов.

Сущность процесса. Цикл формования. Основные операции. Технологические параметры процессы. Выбор температурного режима. Изменение давления в форме во время цикла. Взаимосвязь температуры, давления и объема отливки. Рабочая диаграмма цикла. Определение оптимальных условий формования. Охлаждение формы, влияние скорости охлаждения на структуру полимера в изделии. Время цикла. Остаточные напряжения в изделиях при литье, причины возникновения и возможности их устранения. Особенности литья аморфных и кристаллизующихся полимеров. Аппаратурное оформление процессов литья под давлением изделий из пластмасс. Назначение, области применения, классификация и принципиальная схема литьевых машин. Связь между свойствами перерабатываемых материалов и конструкцией литьевых машин. Обзор конструкций литьевых машин.

2.2. Прессование. Основные технологические свойства пресс-материалов и их влияние на параметры процесса и качество формуемых изделий.

Порошкообразные наполнители. Стекловолоконистые пресс-материалы. Методы входного контроля. Определение основных технологических свойств и пригодности материала для переработки. Установление основных свойств, обеспечивающих заданные эксплуатационные характеристики изделия.

2.3. Подготовка пресс-материалов. Основные процессы, происходящие при прессовании.

Процессы, происходящие при прессовании. Способы прессования. Подготовка пресс-материалов: таблетирование, предварительный подогрев.

2.4 Способы прессования.

Компрессионное (прямое) прессование. Стадии процесса. Цикл формования, режимы прессования. Влияние основных факторов на процесс прессования. Влияние температуры прессования на время заполнения формы пресс-материалом и на качество изделия. Преимущества и недостатки метода.

Литьевое прессование. Особенности литьевого прессования и область применения. Выбор технологических параметров литьевого прессования: температуры, давления, времени отверждения. Использование отходов реактопластов.

Гидравлический пресс: классификация, основные элементы конструкции. Специальные прессы. Интенсификация процесса. Использование роторного прессования, роторных и автоматизированных линий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	- технологические основы организации современных процессов производства изделий из пластмасс;	+	+	
	Уметь:			
2	- составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов переработки пластмасс, уметь их оптимизировать;	+	+	
3	- организовать управление технологическими процессами производства изделий из пластмасс с максимальной степенью эффективности	+	+	
	Владеть:			
4	- современными представлениями о передовых технологиях производства изделий из полимерных материалов	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения:</i>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
5	ПК-4 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа;	ПК-4.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;	+	+
6		ПК-4.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты;	+	+
7		ПК-4.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Экструзия. Влияние постоянных и переменных параметров на производительность экструдера. Расчет производительности.	2
2	1	Практическое занятие 2. Основные технологические линии производства экструзионных изделий. Производство пленок плоскошелевым и рукавным методом. Производство полимерных листов. Производство полимерных труб. Соэкструзия	2
3	1	Практическое занятие 3. Литье под давлением термопластов. Пластикация, впрыск, выдержка под давлением. Влияние технологических параметров процесса на свойства изделий. Основные тенденции развития переработки пластмасс литьем под давлением, совмещенные методы.	2
4	1	Практическое занятие 4. Методы переработки листовых материалов. Вакуумформование, пневмоформование, комбинированные методы. Подбор метода в каждом определенном случае (тип материала, толщина листа, конфигурация изделия). Способы снижения разнотолщинности и улучшения формоустойчивости получаемых изделий	2
5	1	Практическое занятие 5. Переработка фторопластов. Исторический аспект. Особенности фторопластов. Причины, по которым фторопласты нельзя перерабатывать стандартными методами. Развитие технологии фторопластов	2
6	1	Практическое занятие 6. Получение изделий из газонаполненных полимеров.	2
7	2	Практическое занятие 7. Литье под давлением реактопластов. Технологические свойства перерабатываемых полимеров, технологические параметры процесса получения изделий. Особенности по сравнению с литьем термопластов.	2
8	2	Практическое занятие 8. Прессование. Основные стадии. Технологические приемы. Типы получаемых изделий	2
Итого			16

6.2 Лабораторные занятия

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине, а также дает знания о способах оптимизации технологических

параметров при переработке полимеров и пластмасс, о методах получения полуфабрикатов для производства композиционных материалов и контроля их качества

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 33 балла (максимально по 3 балла за каждую лабораторную 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	Подготовка полимерного материала к переработке (смешение, грануляция)	3
2	2	Определение технологических свойств полимеров.	3
3	3	Получение профильного изделия методом экструзии.	3
4	3	Оптимизация параметров процесса экструзии, исходя из свойств полимерного материала (на примере использования программ для персональных компьютеров при экструзии).	3
5	4	Литье под давлением аморфных полимеров.	3
6	4	Литье под давлением кристаллических полимеров.	3
7	4	Оптимизация параметров процесса литья под давлением, исходя из свойств полимерного материала и конфигурации изделия (на примере использования программ для персональных компьютеров при литье под давлением).	3
8	4	Переработка термопластов в высокоэластическом состоянии.	3
9	5	Прессование изделий из термореактивных материалов.	3
10	5	Оптимизация технологических режимов прессования	3
11	6	Сварка изделий из пластмасс.	2
	Итого		32

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 *зачета с оценкой* (7 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 20 баллов), доклада (максимальная оценка 7 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 33 балла) и итогового контроля в форме *зачет с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Аппаратурное и технологическое оформление вспомогательных процессов и их роль в технологии современного производства переработки пластмасс.
2. Технологические процессы и оборудование для измельчения и классификации полимерного сырья.
3. Технологические процессы и оборудование для предварительной тепловой обработки полимерного сырья.
4. Технологические процессы и оборудование для транспортировки и дозирования сыпучего полимерного сырья.
5. Технологические процессы и оборудование для смешения полимерных материалов.
6. Современное экструзионное оборудование
7. Назначение и области применения. Классификация. Конструкция экструдера. Взаимосвязь конструкции экструдера со свойствами перерабатываемых полимеров. Двухчервячные экструдеры, области применения, особенности конструкции. Червячные смесители-пластикаторы непрерывного действия. Экструзионные системы на основе функциональных узлов.
8. Экструзионные агрегаты и технология процессов производства профильно-погонажных изделий из полимерных материалов
9. Назначение и классификация. Закономерности и принципы построения технологических схем.
10. Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства полимерных плёнок (Производство рукавных, плоских пленок, ориентированных, многослойных пленок).
11. Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства листов из полимеров.
12. Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства труб из полимеров
13. Аппаратурное оформление и особенности технологии современных процессов производства профильных изделий из полимеров
14. Современные технологические схемы.
15. Методы автоматизации управления экструзионными агрегатами и оптимизации технологических схем экструзионных процессов.
16. Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов литья под давлением изделий из пластмасс.
17. Технологические схемы и конструктивное оформление процессов литья под давлением изделий из пластмасс. Назначение, области применения, классификация и принципиальная схема литьевых машин. Связь между свойствами перерабатываемых материалов и конструкцией литьевых машин.
18. Конструкция литьевых машин. Специальные литьевые машины. Многокомпонентное литье.

19. Управления литьевыми процессами.
20. Оптимизация технологических схем процессов литья под давлением изделий из пластмасс, процесс литья в рамках гибких производственных систем.
21. Технологическое и аппаратное оформление процессов формования полых изделий из пластмасс методом раздува.
22. Технологические схемы и конструктивное оформление процессов формования полых изделий из пластмасс методом раздува. Назначение и классификация оборудования. Экструзионно-выдувные агрегаты (ЭВА). Оборудование для инжекционно-выдувного формования.
23. Технологическое и аппаратное оформление процессов формования изделий из листовых термопластов.
24. Технологические схемы и конструктивное оформление процессов формования изделий из листовых термопластов. Назначение, классификация, основные виды формующего оборудования. Многопозиционные вакуум-формовочные машины. Специализированные агрегаты для термоформования.
25. Принципы построения современных технологических схем и конструктивного оформления производства тары, упаковки и одноразовой посуды методом формования из листовых термопластов.
26. Экологические требования к современным производствам переработки пластмасс.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (контрольная работа 1 по разделу 1; контрольная работа 2 по разделу 2). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (7 семестр) составляет 10 баллов за каждую. На доклад отводится 7 баллов, на лабораторный практикум – 33 балла.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 3 балла за вопрос 1 и вопрос 2; 4 балла – за вопрос 3.

Вопрос 1.1.

1. Ингредиенты полимерных материалов: назначение, механизмы действия
2. Какие свойства пластмасс определяют их способность к переработке?
3. Текучесть расплава полимера, методы её определения, факторы, от которых она зависит, её значение для переработки полимера различными методами, методы регулирования текучести расплава при переработке.
4. Влажность, насыпная плотность, сыпучесть, гранулометрический состав полимерного сырья, методы определения, факторы, от которых они зависят.
5. Влияние влажности полимеров на технологический процесс и качество получаемых изделий.
6. Влияние технологических свойств полимерных материалов на выбор метода и технологических режимов переработки.
7. Пневмотранспортные нагнетательные системы: схема, основные механизмы и элементы конструкции, области применения.
8. Пневмотранспортные системы с закрытой циркуляцией, схема, основные механизмы и элементы конструкции, области применения.
9. Назвать основные виды конструкций объемных дозаторов непрерывного действия, используемых в промышленности переработки пластмасс, принцип их действия и области применения.
10. Вакуумные (всасывающие) системы транспортировки: схема, основные элементы, области применения, сравнительная характеристика.
11. Весовые питатели в подготовительных процессах переработки пластмасс: основные области применения, преимущества, конструкция.

12. Какие факторы определяют выбор оборудования для измельчения в конкретном технологическом процессе? Назвать основные виды оборудования, применяемого для предварительного измельчения крупногабаритных отходов переработки пластмасс.
13. Двухроторные лопастные смесители: конструкция, принцип действия, взаимосвязь конструкции смесительных элементов и свойств перерабатываемых материалов, области применения.
14. Ножевая дробилка: конструкция, принцип действия, связь между конструкцией ротора и видом измельчаемых отходов пластмасс.
15. Шнековые транспортеры в подготовительных процессах производств переработки пластмасс: основные области применения, преимущества, конструкция, конструкция гибкого шнекового загрузчика.
16. Низкоинтенсивные смесители с перемешивающим устройством: области применения, конструкция.
17. Назвать основные виды конструкций смесителей периодического действия, используемых в промышленности переработки пластмасс для смешения сыпучих материалов без изменения агрегатного состояния, основные области их применения. Общие требования к конструкции смесителя.
18. Двухстадийный смеситель с псевдоожижением: конструкция, механизм смешения, области применения.
19. Какие факторы необходимо учитывать при выборе смесительного оборудования для конкретного технологического процесса?
20. Шредеры: области применения, классификация, конструкция.

Вопрос 1.2.

1. Питатели: назначение, классификация, особенности выбора для конкретного технологического процесса
2. Дробилки, используемые в промышленности переработки полимеров при измельчении отходов хрупких материалов, их конструкции.
3. Типовые конструкции мельниц, используемых в промышленности переработки полимеров для высокодисперсного измельчения.
4. Бункерные сушилки для полимеров: назначение, принцип действия, конструкция.
5. Адсорбционные сушилки для полимеров: назначение, принцип действия, конструкция.
6. Роторные смесители закрытого типа: назначение, принцип действия, особенности конструкции.
7. Указать способы конструкционного обеспечения необходимой степени сжатия для червяков одно- и двухчервячных экструдеров.
8. Двухчервячный экструдер: назначение, области применения, конструкция. Достоинства и недостатки двухшнековой конструкции экструдера.
9. Как связана со свойствами перерабатываемого материала и на какие технологические параметры процесса переработки влияет величина кольцевого зазора между гребнем червяка и цилиндром? Максимально допустимая величина кольцевого зазора для переработки низковязких расплавов?
10. Какие требования предъявляются к приводу одношнекового универсального экструдера? Какие типы приводы максимально отвечают этим требованиям, привести их блок-схемы.
11. Конструкции фильтров, позволяющие производить замену (чистку) фильтрующих элементов экструдера без остановки экструдера (схема, описание конструкции, принцип работы, достоинства).
12. Барьерный червяк. Назначение, особенности профиля, механизм плавления полимера в канале барьерного шнека.

13. Червячный осциллирующий смеситель: описание конструкции, принцип работы, достоинства, области применения.
14. Двухчервячные экструдеры с коническими шнеками: особенности конструкции, области применения.
15. Способы увеличения смесительного воздействия, используемые в конструкции червячных экструдеров.
16. Двухчервячные экструдеры с цилиндрическими шнеками однонаправленного и встречного вращения : сравнительная характеристика, области применения.
17. Термостатирование цилиндров и червяков экструдеров: назначение, способы и их конструктивное решение. Каскадное регулирование температуры расплава.
18. Дисковый экструдер: классификация, конструкция, достоинства и недостатки, разновидности конструкций и их особенности.
19. Охарактеризовать оптимальную систему термостатирования для экструдера с диаметром червяка 63 мм, предназначенную для переработки материалов с низкой термостабильностью.
20. Привод универсальных двухчервячных экструдеров: блок-схема, основные механизмы и элементы.

Вопрос 1.3.

1. Каскадные экструдеры: особенности конструкции, применение.
2. Статические смесители: назначение, конструкция, установка.
3. Особенности конструкции экструдеров для переработки наполненных полимерных материалов.
4. Особенности конструкции привода двухшнековых экструдеров.
5. Дисково-червячные экструдеры: особенности конструкции, области применения.
6. Сравнительная характеристика экструдеров с коническими и цилиндрическими шнеками.
7. Какие потоки существуют в зоне дозирования экструдера, причины их возникновения, факторы, влияющие на их интенсивность?
8. Процесс движения полимерного материала в материальном цилиндре экструдера в каждой из зон шнека.
9. Математическое описание зависимости производительности шнека от геометрии и технологических параметров.
10. Математическое описание зависимости производительности головки от её геометрии и технологических параметров процесса.
11. Каков характер зависимости производительности шнека и головки от перепада давления перед головкой? Причины нелинейного характера зависимостей производительности экструзионных установок от перепада давления в реальных условиях.
12. Что такое рабочая точка, её практический смысл для организации процесса экструзии?
13. Влияние температуры расплава полимера на производительность шнека и головки, а также экструдера в целом.
14. Влияние геометрических параметров шнека на его производительность (длина, диаметр, радиальный зазор, глубина и шаг нарезки).
15. Какие существуют технологические и конструкционные резервы повышения производительности экструзионных установок, и что ограничивает возможность её повышения в реальных условиях?
16. Какие параметры относят к технологическим параметрам экструзии?
17. Производство полимерных труб методом экструзии.
18. Производство рукавных пленок методом экструзии.
19. Производство плоских пленок методом экструзии.
20. Производство листов методом экструзии.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 3 балла за вопрос 1 и вопрос 2; 4 балла – за вопрос 3.

Вопрос 2.1.

1. Литьевые машины: классификация. Основные механизмы и элементы конструкции литьевой машины. Перечислить основные параметры, характеризующие литьевую машину.
2. Инжекционный механизм литьевой машины. Назначение. Классификация. Основные параметры.
3. Назвать основные механизмы и элементы конструкции литьевой машины с червячной пластикацией.
4. Связь конструкции механизма пластикации литьевой машины со свойствами перерабатываемых полимеров.
5. Сопло инжекционного механизма литьевой машины: назначение, типы конструкции и специфика их применения.
6. Обратный клапан инжекционного механизма ТПА: назначение, конструкция.
7. Привод механизма пластикации инъекции литьевой машины с червячной пластикацией. Функциональное назначение. Виды приводов. Конструкция.
8. Механизмы смыкания формы литьевых машин. Назначение. Классификация. Привод. Примеры. Области применения в зависимости от типа привода и конструкции.
9. Бесколонный узел смыкания литьевой машины: конструкция, особенности применения.
10. Гидравлический привод литьевой машины. Назначение. Схема. Основные устройства и механизмы.
11. Особенности конструкции литьевых машин для переработки термореактивных материалов.
12. Многопозиционные литьевые машины. Особенности конструкции. Разновидности.
13. Какие параметры необходимо учитывать при выборе литьевой машины для конкретного технологического процесса?
14. Основные стадии процесса экструзионно-выдувного формования полых изделий.
15. Экструзионно-выдувной агрегат: классификация, устройство.
16. Классификация головок для экструзионного формования заготовок ЭВА по направлению питания. Особенности конструкции и применения.
17. Многоручьевые головки для экструзионного формования заготовок ЭВА. Особенности конструкции и применения.
18. Пинольные и аккумуляторные головки для экструзионного формования заготовок ЭВА. Назначение, особенности конструкции и применения.
19. Выдувные машины: назначение, классификация, устройство.
20. Механизмы смыкания выдувных машин: назначение, классификация, устройство, особенности применения.

Вопрос 2.2.

1. Многопозиционные экструзионно-выдувные агрегаты: особенности конструкции, применение.
2. Общая характеристика, используемые схемы и основные стадии процесса инжекционно-выдувного формования полых изделий.
3. Устройство оборудования для инжекционно-выдувного формования полых изделий.
4. Общая схема раздувной линии для формования ПЭТ-тары.
5. Сравнительная характеристика экструзионно-выдувного и инжекционно-выдувного методов формования полых изделий.
6. Основные операции процесса литья под давлением термопластов.

7. Технологические параметры процесса литья под давлением.
8. Распределение температур по зонам нагрева цилиндра ТПА, характер изменения температуры для материалов с различными свойствами.
9. Давление при литье термопластов. Диаграмма изменения давления в форме
10. В чем особенности переработки методом литья под давлением кристаллизирующихся и аморфных полимеров?
11. Из каких стадий состоит цикл работы ТПА? Диаграмма цикла литья под давлением.
12. Как влияют свойства исходного сырья на выбор технологических параметров литья полимеров под давлением?
13. Какие свойства полимера определяют выбор температурного режима формования материала?
14. Усадка: физическая сущность, разновидности, определение, связь с основными технологическими параметрами процесса литья под давлением.
15. Ориентация при литье полимеров под давлением, и её связь с основными технологическими параметрами процесса.
16. Что представляет собой надмолекулярная структура литых изделий из кристаллизующихся полимеров, и каковы способы её регулирования в процессе литья?
17. Различные методы литья под давлением – инжекционный, интрузионный, инжекционно-прессовый, литьё с предварительным сжатием расплава, особенности их технологического и конструктивного оформления.
18. Особенности технологии и конструкции оборудования для литья под давлением термореактивных пластмасс.
19. Усадка литьевых изделий. По каким причинам она возникает, способы её снижения.
20. Опишите технологический цикл процесса литья под давлением. Чем следует руководствоваться при выборе технологических параметров этого процесса?

Вопрос 2.3.

1. Развитие анизотропии структуры изделий в процессе изготовления их методом литья под давлением. Ориентация: чем вызвана, как изменяется по объёму изделия?
2. Гидравлический пресс. Основные механизмы и элементы конструкции гидравлического пресса, их функциональное назначение.
3. Классификация гидравлических прессов. Какой параметр положен в основу классификации гидравлических прессов? Какие параметры регламентируются для каждого типоразмера пресса?
4. Гидравлический привод пресса. Назначение. Основные устройства и механизмы. Управление гидравлическим приводом.
5. Конструкция гидравлических цилиндров пресса. Сравнение. Особенности применения.
6. Гидравлические аккумуляторы: назначение, конструкция, принцип работы.
7. Основные типы уплотнительных устройств, используемых в конструкции гидравлического привода, и принцип их работы.
8. Однопозиционные однооперационные пресс-автоматы. Общая характеристика. Устройство. Принцип работы. Конструкция основных механизмов.
9. Однопозиционные двухоперационные пресс-автоматы. Общая характеристика. Устройство. Принцип работы. Конструкция основных механизмов.
10. Прессовая роторная линия. Устройство. Особенности конструкции.
11. Особенности конструкции и применения угловых прессов.
12. Этажные прессы. Области применения. Особенности конструкции.
13. Ленточные прессы. Области применения. Особенности конструкции.

14. Отличие в конструкции и работе револьверных и роторных прессовых линий.
15. Прессы профильного прессования: особенности конструкции, формующий инструмент.
16. Какие существуют разновидности метода прессования?
17. Отличия компрессионного прессования от литьевого, области при Охарактеризуйте процессы свободного, негативного и позитивного формования.
18. Для каких целей применяются предварительная механическая и пневматическая вытяжки при термоформовании изделий?
19. Приведите классификацию оборудования для переработки термопластичных листов и пленок в объемные изделия.
20. Какие принципиальные различия имеются в конструкции машин для вакуумного формования и машин для пневматического формования?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. За каждый вопрос – 10 баллов.

1. Пневмотранспортные нагнетательные системы: схема, основные механизмы и элементы конструкции, области применения.
2. Объемные дозаторы непрерывного действия, используемых в промышленности переработки пластмасс, принцип их действия и области применения.
3. Весовые питатели в подготовительных процессах переработки пластмасс: основные области применения, преимущества, конструкция.
4. Какие факторы определяют выбор оборудования для измельчения в конкретном технологическом процессе? Основные виды оборудования, применяемого для предварительного измельчения отходов переработки пластмасс.
5. Двухроторные лопастные смесители: конструкция, принцип действия, взаимосвязь конструкции смесительных элементов и свойств перерабатываемых материалов, области применения.
6. Ножевая дробилка: конструкция, принцип действия, связь между конструкцией ротора и видом измельчаемых отходов пластмасс.
7. Шнековые транспортеры в подготовительных процессах производств переработки пластмасс: основные области применения, преимущества, конструкция, конструкция гибкого шнекового загрузчика.
8. Низкоинтенсивные смесители с перемешивающим устройством: области применения, конструкция.
9. Основные виды смесителей периодического действия, используемых в промышленности переработки пластмасс для смешения сыпучих материалов без изменения агрегатного состояния, принцип работы, конструкция, области их применения. Общие требования к конструкции смесителя.
10. Двухстадийный смеситель с псевдоожижением: конструкция, механизм смешения, области применения.
11. Какие факторы необходимо учитывать при выборе смесительного оборудования для конкретного технологического процесса?
12. Шредеры: области применения, классификация, конструкция.
13. Типовые конструкции мельниц, используемых в промышленности переработки полимеров для высокодисперсного измельчения.
14. Бункерные сушилки для полимеров: назначение, принцип действия, конструкция.
15. Адсорбционные сушилки для полимеров: назначение, принцип действия, конструкция.

16. Двухчервячный экструдер: назначение, области применения, конструкция. Достоинства и недостатки двухшнековой конструкции экструдера.
17. Какие требования предъявляются к приводу одношнекового универсального экструдера? Какие типы приводы максимально отвечают этим требованиям, привести их блок-схемы.
18. Конструкции фильтров, позволяющие производить замену (чистку) фильтрующих элементов экструдера без остановки экструдера (схема, описание конструкции, принцип работы, достоинства).
19. Двухчервячные экструдеры с коническими шнеками: особенности конструкции, области применения.
20. Двухчервячные экструдеры с цилиндрическими шнеками однонаправленного и встречного вращения : сравнительная характеристика, области применения.
21. Термостатирование цилиндров и червяков экструдеров: назначение, способы и их конструктивное решение. Каскадное регулирование температуры расплава.
22. Дисковый экструдер: классификация, конструкция, достоинства и недостатки, разновидности конструкций и их особенности.
23. Особенности конструкции экструдеров для переработки наполненных полимерных материалов.
24. Дисковые экструдеры: особенности конструкции, области применения.
25. Процесс движения полимерного материала в материальном цилиндре экструдера в каждой из зон шнека.
26. Математическое описание зависимости производительности шнека и головки от геометрии и технологических параметров. Что такое рабочая точка, её практический смысл для организации процесса экструзии?
27. Влияние температуры расплава полимера на производительность шнека и головки, а также экструдера в целом.
28. Производство полимерных труб методом экструзии.
29. Производство рукавных пленок методом экструзии.
30. Производство плоских пленок методом экструзии.
31. Производство ориентированных пленок методом экструзии.
32. Производство листов методом экструзии.
33. Литьевые машины: классификация. Основные механизмы и элементы конструкции литьевой машины.
34. Перечислить основные параметры, характеризующие литьевую машину.
35. Инжекционный механизм литьевой машины. Назначение. Классификация. Основные параметры. Конструкция. Связь конструкции со свойствами перерабатываемых полимеров.
36. Механизмы смыкания формы литьевых машин. Назначение. Классификация. Привод. Примеры. Области применения в зависимости от типа привода и конструкции.
37. Гидравлический привод литьевой машины. Назначение. Схема. Основные устройства и механизмы. Управление работой.
38. Особенности конструкции литьевых машин для переработки термореактивных материалов.
39. Многопозиционные литьевые машины. Особенности конструкции. Разновидности.
40. Какие параметры необходимо учитывать при выборе литьевой машины для конкретного технологического процесса?
41. Экструзионно-выдувной агрегат: классификация, устройство.
42. Пинольные и аккумуляторные головки для экструзионного формования заготовок ЭВА. Назначение, особенности конструкции и применения.
43. Выдувные машины: назначение, классификация, устройство.

44. Общая характеристика, используемые схемы и основные стадии процесса инжекционно-выдувного формования полых изделий.
45. Устройство оборудования для инжекционно-выдувного формования полых изделий.
46. Особенности переработки методом литья под давлением кристаллизирующихся и аморфных полимеров.
47. Из каких стадий состоит цикл работы ТПА?
48. Диаграмма цикла литья под давлением.
49. Гидравлический пресс. Основные механизмы и элементы конструкции гидравлического пресса, их функциональное назначение. Какие параметры регламентируются для каждого типоразмера пресса?
50. Гидравлический привод пресса. Назначение. Основные устройства и механизмы. Управление гидравлическим приводом.
51. Конструкция гидравлических цилиндров пресса. Сравнение. Особенности применения.
52. Однопозиционные однооперационные пресс-автоматы. Общая характеристика. Устройство. Принцип работы. Конструкция основных механизмов.
53. Однопозиционные двухоперационные пресс-автоматы. Общая характеристика. Устройство. Принцип работы. Конструкция основных механизмов.
54. Этажные прессы. Области применения. Особенности конструкции.
55. Прессы профильного прессования: особенности конструкции, формирующий инструмент.
56. Отличия компрессионного прессования от литьевого, области применения данных методов прессования.
57. Технологические параметры процесса прессования и их влияние на качество получаемых изделий. Циклограмма процесса прессования.
58. Основные механизмы и детали гидравлического пресса, их конструкция и назначение.
59. Плунжерные и поршневые гидравлические цилиндры – конструкция, области применения.
60. Ингредиенты полимерных материалов: назначение, механизмы действия.
61. Расскажите о преимуществах и недостатках однопозиционных машин для вакуумного формования.
62. Какие основные преимущества и недостатки имеют двухпозиционные машины?
63. Чем принципиально отличаются многопозиционные машины с однородными позициями от многопозиционных машин с позициями различного назначения?
64. В каких случаях оправдано применение многопозиционных машин для термоформования?
65. Перечислите виды машин, рекомендуемых для производства мелкой тары?
66. Какие виды многопозиционных машин используются для получения толстостенных изделий? Обоснуйте Ваш выбор.
67. Какие виды нагревательных элементов используются в узлах нагрева заготовок термоформовочных машин?
68. В каких целях применяется нагрев термопластичной заготовки на двух или нескольких позициях в многопозиционных машинах для термоформования?
69. В каких случаях используются валковые преднагреватели?
70. Перечислите виды устройств для закрепления заготовок, используемых в конструкции оборудования для термоформования.
71. Какие функции выполняют пневмосистемы машин для термоформования?
72. Приведите схему вакуумной системы машины для вакуум-формования.
73. Функциональное назначение ресивера вакуумной системы термоформовочных машин.

74. 18. Как работает термоформовочная машина полного цикла, ее блок-схема?
75. Циклограмма процесса прессования.
76. Основные механизмы и детали гидравлического пресса, их конструкция и назначение.
77. Профильное прессование термореактивных материалов.
78. Многопозиционные пресса: конструкция, области применения, преимущества и недостатки по сравнению с однопозиционными машинами.
79. Технологические свойства пресс-материалов и их влияние на выбор режима переработки.
80. Какие химические процессы сопровождают процесс прессования термореактивных материалов?

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Технология и оборудование процессов переработки полимеров» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» зав. каф. технологии переработки пластмасс _____ Горбунова И.Ю. «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	кафедра технологии переработки пластмасс
	Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
	Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
Технология и оборудование процессов переработки полимеров	
Билет № 1 - Получение труб методом экструзии. Основные операции и составные части технологической линии. - Оценка технологических свойств термопластов при переработке литьем под давлением. На какие свойства следует обращать особое внимание? - Подбор сырья для получения изделий методом вакуумформования. - Прессование реактопластов. Разновидности метода. Основные операции.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы: учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]; под редакцией М. Л. Кербера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 316 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-04915-2. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/444129> (дата обращения: 24.05.2025).

2. Технология переработки полимеров. Инженерная оптимизация оборудования: учебное пособие для вузов / А. С. Клинков, М. А. Шерышев, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 386 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04990-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454349> (дата обращения: 24.05.2025).

Б. Дополнительная литература

1. Тихонов Н.Н. Технология и оборудование современных процессов переработки полимеров, часть 1. 2017. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 212 с.

2. Тихонов Н.Н. Технология и оборудование современных процессов переработки полимеров, часть 2. 2017. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 235 с.

3. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-4047-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130153> (дата обращения: 20.05.2025)

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Пластические массы ISSN 0544-290
- Высокомолекулярные соединения. Серия С, ISSN 2308-114
- Высокомолекулярные соединения. Серия А, ISSN 2308-1120
- Высокомолекулярные соединения. Серия Б, ISSN 2308-1139

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. ООО «Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
2. Глобальный оперативно обновляемый патентный портал <https://orbit.com>
3. Электронные ресурсы Springer Nature_Life Sciences Package <http://link.springer.com>
4. Электронные ресурсы AIPP Digital <https://scitation.org/ebooks>
5. Bentham Science Publishers <https://eurekaselect.com/bypublication>
6. Chemical Abstracts Service <https://scifinder-n.cas.org/>
7. Bentham Science Publishers <https://eurekaselect.com/bybook>
8. 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.
9. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
10. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
11. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG

- (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
12. 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.
 13. 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).
 14. 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. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
 15. 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.
 16. 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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: - компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 ч, (общее число слайдов – 50);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку 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 практике. 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 «Технология и оборудование процессов переработки полимеров» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Состав оборудования включает установки для синтеза, переработки и изучения физико-механических свойств полимеров, приборы для изучения реологических свойств полимеров, установки для получения образцов из полимерных материалов: вакуумный шкаф, сушильный шкаф, вытяжные шкафы, дистиллятор, весы, лабораторная диспергирующая установка ЛДУ-ЗМ, установка для сушки УИС, «Копёр» – для испытаний на ударную вязкость, машина для испытаний на растяжение, печь для измерения теплостойкости, пресс гидравлический, прибор для определения сыпучести, приборы для определения показателя текучести расплава – ИИРТ, аппарат для вырезки образцов, вакуум-формовочная машина, литьевая машина, термопласт-автомат, вискозиметр «Реотест» для реологических исследований, «Полимер К-1» – прибор для оценки реологических и технологических свойств реактопластов, разрывные машины – для испытаний плёночных и высоконаполненных композиционных материалов, универсальная испытательная машина, станок СТЗЕ для подготовки образцов полимерных материалов к исследованиям.

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:

Презентации к лекциям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии синтеза и переработки полимеров.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-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 лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	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	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

		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	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)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий)

	eBook Collections	Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	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.
		Бессрочно	Nature Journals – полнотекстовая

		Ссылка на сайт- https://www.nature.com	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: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	

8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт- https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/

		Бессрочно Ссылка на сайт- https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2034 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021,2023 eBook Collectionsъ Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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.
11 ю	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания. Глубина доступа: 1929-

		адресам неограничен	1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020 - 2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000 - 2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ; 2022 - 2025 гг.

14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен.	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.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.

16.	Научные журналы РАН	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023- 2025 Бессрочно

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	Контракт №189- 240ЭА/2023	Учебный комплект программного	бессрочная

	мест КТПП	от 15.01.2024	обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	
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 экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
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	Контракт	25 лицензий для	бессрочная

	Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	№ 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	активации на рабочих станциях	
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-	10 лицензий для активации на	бессрочная

		164ЭА/2010 от 14.12.10	рабочих станциях	
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl 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
32.	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 №	1 лицензия для	02.12.2025

		99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	активации на рабочих станциях	
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. Анализ современных технологических процессов переработки термопластичных полимеров и пластмасс	Знает: - технологические основы организации современных процессов производства изделий из пластмасс. Умеет: - составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов переработки пластмасс, уметь их оптимизировать; - организовать управление технологическими процессами	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр), оценка за доклад, лабораторные работы. Оценка на зачете с оценкой (7 семестр)

	производства изделий из пластмасс с максимальной степенью эффективности. Владеет: - современными представлениями о передовых технологиях производства изделий из полимерных материалов.	
Раздел 2. Анализ современных технологических процессов переработки термореактивных полимеров	Знает: - технологические основы организации современных процессов производства изделий из пластмасс. Умеет: - составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов переработки пластмасс, уметь их оптимизировать; - организовать управление технологическими процессами производства изделий из пластмасс с максимальной степенью эффективности. Владеет: - современными представлениями о передовых технологиях производства изделий из полимерных материалов.	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр), оценка за доклад, лабораторные работы. Оценка на зачете с оценкой (7 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 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
«Технология и оборудование процессов переработки полимеров»**

основной образовательной программы

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация N 9 - Проектирование технологических комплексов химических и
нефтехимических производств
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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

директором Передовой инженерной школы химического инжиниринга и машиностроения, к.х.н., доцентом И.С. Сиротиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ПИШ ХИМ

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалист по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» реализуется в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК	ПК-4 Способен проектировать элементы технологической оснастки для производства изделий из полимеров	ПК-4.1 Знает принципы проектирования пресс-форм, литниковых, охлаждающих и формообразующих элементов. ПК-4.2 Умеет выполнять предварительный расчет и компоновку элементов пресс-формы для типового изделия. ПК-4.3 Владеет начальными навыками применения САД-подходов при разработке учебной модели пресс-формы.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «классификация пресс-форм и конструктивные элементы литьевой оснастки»
- типовые методы и подходы по теме «литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «расчет и САД-моделирование формообразующих деталей пресс-форм»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	108,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	2,42	87	65,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачет оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекц ии	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работ ы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работ а
1	Раздел 1. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки	36	-	8	-	4	-	-	-	21
2	Раздел 2. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы	36	-	8	-	4	-	-	-	21
3	Раздел 3. Расчет и САД-моделирование формообразующих деталей пресс-форм	36	-	8	-	4	-	-	-	21
4	Раздел 4. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации	36	-	8	-	4	-	-	-	24
ИТОГ О		144	-	32	-	16	-	-	-	87

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литевой оснастки

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и

подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «расчет и cad-моделирование формообразующих деталей пресс-форм»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ПК-4 Способен проектировать элементы технологической оснастки для производства изделий из полимеров	ПК-4.1 Знает принципы проектирования пресс-форм, литниковых, охлаждающих и формообразующих элементов.	+	+	+	+
2	ПК-4 Способен проектировать элементы технологической оснастки для производства изделий из полимеров	ПК-4.2 Умеет выполнять предварительный расчет и компоновку элементов пресс-формы для типового изделия.	+	+	+	+
3	ПК-4 Способен проектировать элементы технологической оснастки для производства изделий из полимеров	ПК-4.3 Владеет начальными навыками применения САД-подходов при разработке учебной модели пресс-формы.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4
2	2	Практическая работа по разделу «Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4
3	3	Практическая работа по разделу «Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4
4	4	Практическая работа по разделу «Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (8 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет с оценкой. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы».
2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр - зачет с оценкой).

1. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

2. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
3. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
4. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
5. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литьевой оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
6. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
7. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
8. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
9. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литьевой оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
10. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
11. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
12. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
13. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литьевой оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
14. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
15. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
16. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
17. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литьевой оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
18. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

19. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
20. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
21. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
22. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
23. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
24. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
29. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
30. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)
1.	Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литьевой оснастки: основные понятия и назначение.
2.	Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы: типовый расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки пластмасс: учебное пособие / под ред. В. К. Крыжановского. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 368 с. — ISBN 978-5-507-48535-7.
2. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 263 с. — ISBN 978-5-534-16945-4.
3. Конструирование изделий из полимерных материалов: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 220 с. — ISBN 978-5-507-46112-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.
2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.
3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.

5. База данных ВИНТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.

6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
- Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.
- Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии
4	CAD-система для учебного проектирования	лицензионный договор университета или свободная учебная версия	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Классификация пресс-форм и конструктивные элементы литейной оснастки	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (8 семестр).
Раздел 2. Литниковые, вентиляционные, охлаждающие и выталкивающие системы	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (8 семестр).

Раздел 3. Расчет и CAD-моделирование формообразующих деталей пресс-форм	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (8 семестр).
Раздел 4. Анализ технологичности пресс-формы и подготовка конструкторской документации	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (8 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Конструирование пресс-форм для литья полимеров под давлением (CAD)»
основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.

**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
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов»**

**Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и
комплексов**

**Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов
химических и нефтехимических производств**

Квалификация «инженер»

Москва 2024

Программа составлена:

Зав. кафедрой технологии переработки пластмасс д.х.н., проф. И.Ю.
Горбуновой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии
переработки пластмасс

«__» 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин и практик в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение семестра.

Дисциплина «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют необходимые знания и умения, полученные при освоении предшествующих дисциплин учебного плана.

Цель дисциплины - сформировать у обучающихся базовые знания, умения и практические навыки по направлению «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» с учетом задач проектирования технологических машин и комплексов химических и нефтехимических производств.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о предметной области «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» и ее месте в подготовке инженера по специальности 15.05.01;
- изучить основные понятия, методы, нормативные и расчетные подходы, применяемые при решении типовых учебных и инженерных задач;
- развить умение применять изученные подходы при выполнении практических, расчетных, проектных или исследовательских заданий;
- сформировать навыки оформления результатов работы, аргументации принятых решений и подготовки к итоговому контролю.

Дисциплина «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» реализуется в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК	ПК-4 Способен применять принципы конструирования изделий из полимеров и композитов с учетом технологии их изготовления	ПК-4.1 Знает требования к конструкции изделий из полимеров и композитов, связанные с материалом и способом переработки. ПК-4.2 Умеет оценивать технологичность формы изделия, толщины стенок, ребер, соединений и мест приложения нагрузок. ПК-4.3 Владеет навыками подготовки рекомендаций по конструктивной доработке изделий в рамках учебных задач.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия и термины по теме «требования к изделиям из полимеров и композитов»
- типовые методы и подходы по теме «конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения»
- требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине

Уметь:

- анализировать учебные задачи, связанные с темой «технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки»
- выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач
- представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации

Владеть:

- начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач
- навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией
- приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144	108,0
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,0
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,89	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12,0
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	2,42	87	65,25
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,25	9	6,75
Вид итогового контроля:	зачет оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекц ии	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работ ы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работ а
1	Раздел 1. Требования к изделиям из полимеров и композитов	36	-	8	-	4	-	-	-	21
2	Раздел 2. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения	36	-	8	-	4	-	-	-	21
3	Раздел 3. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки	36	-	8	-	4	-	-	-	21
4	Раздел 4. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок	36	-	8	-	4	-	-	-	24
ИТОГ О		144	-	32	-	16	-	-	-	87

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Требования к изделиям из полимеров и композитов

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 2. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 3. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

Раздел 4. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок

Изучаются ключевые понятия раздела, основные методы и ограничения их применения. Особое внимание уделяется связи темы с задачами проектирования технологических машин и комплексов, выбору исходных данных, анализу результатов и оформлению выводов. Рассматриваются типовые учебные примеры, позволяющие закрепить материал на базовом уровне и подготовить обучающегося к выполнению практических или исследовательских заданий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать					
1	основные понятия и термины по теме «требования к изделиям из полимеров и композитов»	+	+		+
2	типовые методы и подходы по теме «конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения»		+	+	+
3	требования к оформлению результатов учебной работы по дисциплине	+			+
Уметь					
4	анализировать учебные задачи, связанные с темой «технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки»		+	+	+
5	выбирать рациональные методы решения типовых расчетных, проектных или аналитических задач	+	+		+
6	представлять результаты работы в форме отчета, расчета, схемы или презентации			+	+
Владеть					
7	начальными навыками применения изученных методов при решении типовых учебных задач	+	+		+
8	навыками работы с учебной, справочной и нормативной информацией		+	+	+
9	приемами обоснования принятых решений в рамках текущего и итогового контроля	+			+

№	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
1	ПК-4 Способен применять принципы конструирования изделий из полимеров и композитов с учетом технологии их изготовления	ПК-4.1 Знает требования к конструкции изделий из полимеров и композитов, связанные с материалом и способом переработки.	+	+	+	+
2	ПК-4 Способен применять принципы конструирования изделий из полимеров и композитов	ПК-4.2 Умеет оценивать технологичность формы изделия, толщины стенок, ребер, соединений и мест приложения нагрузок.	+	+	+	+

	композитов с учетом технологии их изготовления					
3	ПК-4 Способен применять принципы конструирования изделий из полимеров и композитов с учетом технологии их изготовления	ПК-4.3 Владеет навыками подготовки рекомендаций по конструктивной доработке изделий в рамках учебных задач.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Выполнение практических занятий способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов». Максимальное количество баллов за выполнение каждого задания устанавливается преподавателем в рамках рейтинговой системы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Часы
1	1	Практическая работа по разделу «Требования к изделиям из полимеров и композитов»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4
2	2	Практическая работа по разделу «Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4
3	3	Практическая работа по разделу «Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4
4	4	Практическая работа по разделу «Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок»: анализ исходных данных, выполнение типового расчета/проектного задания, оформление результатов и выводов.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по курсу «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к выполнению контрольных и практических работ по материалу курса;
- изучение лекционного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку расчетных, графических, проектных или аналитических материалов;
- подготовку к сдаче итогового контроля (8 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам рекомендуется осуществлять на весь период изучения дисциплины, предусматривая регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на занятиях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение текущих заданий и итогового контроля в форме: зачет с оценкой. Для дисциплин с зачетом с оценкой или экзаменом итоговый контроль включает вопросы по всем разделам рабочей программы; для дисциплин с зачетом учитывается выполнение текущих заданий и собеседование по ключевым вопросам.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, расчетные задания, практические работы, защита отчета или собеседование.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 1.

1. Раскройте основные понятия раздела «Требования к изделиям из полимеров и композитов».

2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса (по 10 баллов каждый).

Вариант № 2.

1. Раскройте основные понятия раздела «Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения».

2. Приведите пример применения методов дисциплины при решении типовой инженерной задачи.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр - зачет с оценкой).

1. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

2. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

3. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

4. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

5. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

6. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

7. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

9. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

10. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

11. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

12. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
13. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
14. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
15. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
16. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
17. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
18. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
19. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
20. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
21. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
22. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
23. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
24. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
25. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
26. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
27. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.
28. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

29. Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

30. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: основные понятия, методы, расчетные зависимости и область применения.

8.3. Структура и примеры билетов для зачет с оценкой.

Зачет с оценкой по дисциплине «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет состоит из двух вопросов или вопроса и практико-ориентированного задания.

Пример билета для итогового контроля:

Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	Билет № 1 Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов
1.	Требования к изделиям из полимеров и композитов: основные понятия и назначение.
2.	Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения: типовой расчет, анализ или проектное решение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Технология переработки пластмасс: учебное пособие / под ред. В. К. Крыжановского. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 368 с. — ISBN 978-5-507-48535-7.

2. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. — Москва: Юрайт, 2024. — 263 с. — ISBN 978-5-534-16945-4.

3. Конструирование изделий из полимерных материалов: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 220 с. — ISBN 978-5-507-46112-2.

Б. Дополнительная литература

1. Государственные стандарты ЕСКД, ЕСТД и профильные нормативные документы по тематике дисциплины. — Москва: Стандартинформ, 2020-2024.

2. Справочные материалы и методические указания по выполнению практических, расчетных и проектных работ. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024.

3. Научно-технические статьи и обзоры по тематике дисциплины из профильных российских журналов.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Электронный каталог Информационно-библиотечного центра РХТУ им. Д.И. Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.

2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.

3. Образовательная платформа Юрайт: <https://urait.ru/>.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/>.

5. База данных ВИНТИ РАН: <http://www2.viniti.ru/>.

6. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

— Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. URL: <http://www.openedu.ru>.

— Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.

— Электронно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева. URL: <http://eios.muctr.ru>.

— Платформа для проведения дистанционных занятий и консультаций при необходимости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса. В процессе обучения используются электронная информационно-образовательная среда университета, электронные библиотечные системы, средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций, а также специализированное программное обеспечение, соответствующее содержанию дисциплины.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося в объеме, установленном учебным планом.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

лекционные аудитории, аудитории для практических занятий, доска, мультимедийный проектор, экран, рабочие места обучающихся, персональные компьютеры при необходимости.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

презентационные материалы, схемы, чертежи, справочные таблицы, нормативные документы, методические указания к практическим и лабораторным работам.

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

компьютерное и видеопроекторное оборудование, доступ к сети Интернет, электронно-образовательная среда, офисные программные средства.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические разработки в электронном виде, справочные и нормативные материалы.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard / LibreOffice / офисный пакет	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
2	Операционная система Microsoft Windows / Linux	договор/лицензия университета	по условиям лицензии	по условиям лицензии
3	Средства просмотра PDF, интернет-браузеры	свободно распространяемое или лицензионное ПО	по условиям лицензии	по условиям лицензии

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Требования к изделиям из полимеров и композитов	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №1; оценка за итоговый контроль (8 семестр).
Раздел 2. Конструктивные элементы изделий: стенки, ребра, бобышки, соединения	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №2; оценка за итоговый контроль (8 семестр).
Раздел 3. Технологичность изделий с учетом литья, экструзии, формования и сборки	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №3; оценка за итоговый контроль (8 семестр).
Раздел 4. Конструирование изделий из ПКМ с учетом армирования и эксплуатационных нагрузок	Знает основные понятия раздела; умеет применять методы раздела для типовых учебных задач; владеет начальными навыками анализа, расчета, проектирования или оформления результатов по тематике раздела.	Оценка за практическую/контрольную работу №4; оценка за итоговый контроль (8 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.

При необходимости обучающимся предоставляются специальные условия обучения, адаптированные формы текущего контроля и промежуточной аттестации, электронные образовательные ресурсы и консультационная поддержка.

Выбор конкретных условий осуществляется индивидуально с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Принципы конструирования изделий из полимеров и композитов»

основной образовательной программы

Специальность 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация №9 - Проектирование технологических комплексов химических
и нефтехимических производств

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополне ния	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.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 29:04:2026 15:47:59