

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы управления проектами»

Направления подготовки:

04.03.01 Химия

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

15.03.02 Технологические машины и оборудование

18.03.01 Химическая технология

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

19.03.01 Биотехнология

20.03.01 Техносферная безопасность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

27.03.01 Стандартизация и сертификация

27.03.05 Инноватика

28.03.02 Наноинженерия

28.03.03 Наноматериалы

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры менеджмента и маркетинга Л.Е. Копыловой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры менеджмента и маркетинга
«24» апреля 2025г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направлений подготовки: 04.03.01 Химия; 09.03.01 Информатика и вычислительная техника; 09.03.02 Информационные системы и технологии; 15.03.02 Технологические машины и оборудование; 18.03.01 Химическая технология; 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; 19.03.01 Биотехнология; 20.03.01 Техносферная безопасность; 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов; 27.03.01 Стандартизация и сертификация; 27.03.05 Инноватика; 28.03.02 Наноинженерия; 28.03.03 Наноматериалы; 29.03.04 Технология художественной обработки материалов; 38.03.01 Экономика, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **менеджмента и маркетинга** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Основы управления проектами**» относится к базовой части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ экономики, менеджмента и маркетинга.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся знаний и навыков прикладного характера в сфере управления проектами требуемого качества при соблюдении ресурсных ограничений. Данный курс участвует в формировании компетенций, обеспечивающих возможность координации управления и реализации проектов, в том числе социального характера, требуемого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных знаний в области проектного управления;
- ознакомление студентов с мировыми практиками проектной деятельности;
- формирование у студентов навыков и механизмов управления проектами.

Дисциплина «**Основы управления проектами**» преподается в 3 или 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и	УК-2.1. Знает способы определения совокупности взаимосвязанных задач в рамках реализуемого проекта на основе действующего законодательства и

	выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	правовых норм, регулирующих профессиональную деятельность
		УК-2.2. Умеет выстраивать оптимальные траектории достижения поставленных целей в рамках проекта, рационально используя доступные ресурсы, и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов
		УК-2.3. Владеет методами оценки вероятных рисков и ограничений, потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Знает виды, структуру, динамические процессы малой группы, особенности групповой деятельности
		УК-3.2. Умеет организовывать социальное взаимодействие в команде для достижения поставленных целей в проекте
		УК-3.3. Владеет навыками реализации ролей в командной работе для достижения поставленных целей
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
		УК-6.2. Умеет ставить и достигать личные и профессиональные цели, планировать и реализовывать индивидуальные программы саморазвития
		УК-6.3. Владеет навыками построения траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы управления проектами,
- систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,
- принципы организации проектного управления

Уметь:

- разрабатывать и оформлять проектную документацию,
- применять методики оценки параметров управления в проектах,
- разрабатывать стратегию управления проектами

Владеть:

- методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;
- методами анализа путей реализации проектов;

– методами анализа рисков в проектном управлении.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина «Основы управления проектами» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана, к обязательному модулю социально-гуманитарной подготовки. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,34	48	36
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,66	24	18
Контактная самостоятельная работа	0,66	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		23,6	17,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Введение в управление проектами.	9	2	4	3
2	Раздел 2. Инициация и планирование проекта.	10	2	5	3
3	Раздел 3. Методология управления проектами	11	3	5	3
4	Раздел 4. Управление ресурсами проекта.	12	3	5	4
5	Раздел 5. Командообразование.	11	2	5	4
6	Раздел 6. Презентация результатов проектной работы.	10	2	4	4
7	Раздел 7. Управление рисками проекта.	9	2	4	3
	Итого:	72	16	32	24

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в управление проектами.

Терминологический аппарат проектного управления. Мировые стандарты управления проектами. Критерии успешности проекта. Стандарты управления проектами. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний управления проектами. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

Раздел 2. Инициация и планирование проекта. Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Методы проверки гипотез по проекту. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение последовательности операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания, диаграммы Ганта.

Раздел 3. Методология управления проектами

Подходы к организации работы по проекту (hadi-цикл). Управление качеством. Контроль качества. Каскадная модель управления. Канбан-методология и аспекты бережливого производства. Гибкие методологии управления. Понятие agile. Scrum-методология работы над проектами.

Раздел 4. Управление ресурсами проекта. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Планирование закупок.

Раздел 5. Командообразование. Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Распределение зон ответственности в проекте. Матрица RACI. Управление заинтересованными сторонами проекта. Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление коммуникациями проекта.

Раздел 6. Презентация результатов проектной работы. Подготовка публичного выступления. Разработка иллюстрационных материалов. Особенности презентации проектной работы с целью привлечения ресурсов. Питч.

Раздел 7. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	<i>Знать:</i>							
1	– основные понятия и методы управления проектами,	+		+		+		
2	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,	+			+			+
3	– принципы организации проектного управления		+					
	<i>Уметь:</i>							
4	– разрабатывать и оформлять проектную документацию,	+			+	+		+
5	– применять методики оценки параметров управления в проектах,		+	+		+	+	
6	– разрабатывать стратегию управления проектами		+				+	+
	<i>Владеть:</i>							
7	– методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;		+	+				
8	– методами анализа путей реализации проектов;			+	+	+	+	
9	– методами анализа рисков в проектном управлении.			+	+			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальных компетенции и индикаторы их достижения:</i>								
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК						
11	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает способы определения совокупности взаимосвязанных задач в рамках реализуемого проекта на основе действующего законодательства и правовых норм, регулирующих профессиональную деятельность		+		+		
		УК-2.2. Умеет выстраивать оптимальные траектории достижения поставленных целей в рамках проекта, рационально используя доступные ресурсы, и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов			+	+	+	+
		УК-2.3. Владеет методами оценки вероятных рисков и ограничений, потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией					+	+

	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Знает виды, структуру, динамические процессы малой группы, особенности групповой деятельности				+	+		
		УК-3.2. Умеет организовывать социальное взаимодействие в команде для достижения поставленных целей в проекте		+			+	+	
		УК-3.3. Владеет навыками реализации ролей в командной работе для достижения поставленных целей				+	+		+
	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни		+	+	+			
		УК-6.2. Умеет ставить и достигать личные и профессиональные цели, планировать и реализовывать индивидуальные программы саморазвития		+			+		+
		УК-6.3. Владеет навыками построения траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни		+	+	+	+		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине в объеме 32 акад. ч. (в 3 или 4 семестре) для очной формы обучения. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Раздел	Темы практических занятий	Часы
Раздел 1. Введение в управление проектами.	Самопрезентация.	2
Раздел 2. Инициация и планирование проекта.	Построение иерархической структуры работ, разбор кейса для построения критического пути проекта	2
Раздел 3. Методология управления проектами	Деловая игра «Канбан»	2
Раздел 4. Управление ресурсами проекта.	Оценка стоимости проведения исследования	2
Раздел 5. Командообразование.	Деловая игра «Мост»	2
Раздел 6. Презентация результатов проектной работы.	Деловая игра на переговоры.	2
Раздел 7. Управление рисками проекта.	Построение матрицы рисков проекта	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 24 акад. ч для очной формы обучения. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, и РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекций;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой*.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из

литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), практических заданий и работ (максимальная оценка 20 баллов), и оценки за итоговый опрос на зачете (максимальная оценка 40 баллов).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 10 баллов за каждую.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос. Проводится в форме устного опроса.

1. Дайте определение проекта и назовите минимум три черты, отличающие проектную деятельность от операционной деятельности.
2. Устав проекта. Какая цель данного документа?
3. Дайте определение ИСР. Опишите способы построения ИСР. Укажите связь ИСР с областями знаний в проектном управлении.
4. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление заинтересованными сторонами проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
5. Опишите критерии успешности проекта.
6. Что включают в себя активы организационного процесса?
7. Опишите суть метода набегающей волны.
8. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление содержанием проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
9. Дайте определение программы и портфеля управления проектами. Приведите для них примеры.
10. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление сроками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
11. Опишите заинтересованные стороны в проекте (участники проекта).
12. Опишите процесс закрытия проекта (основные действия).
13. Инструменты управления поставками. Опишите решение «Производить или покупать».
14. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление стоимостью проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
15. Опишите основные цели менеджера проекта.
16. Опишите виды взаимосвязей между операциями. Определение взаимосвязей. Критический путь.
17. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление поставками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
18. Наиболее важные навыки и умения менеджера проекта.
19. Опишите реестр заинтересованных сторон проекта.
20. Цель управления поставками в проекте.

21. Задачи заинтересованных сторон проекта: заказчик, спонсор и руководитель проекта. Управление ожиданиями заинтересованных сторон. Задачи менеджера проекта.
22. Опишите суть понятия границ проекта.
23. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление качеством проекта.
24. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки функциональной структуры.
25. Точность оценок стоимости проекта. Метод оценки: экспертная, по аналогам, параметрическая, снизу вверх. Опишите методы.
26. Опишите стратегии борьбы с позитивными и негативными рисками в проекте.
27. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление коммуникациями проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
28. Назовите этапы жизненного цикла проекта.
29. Что такое диаграммы Гантта и как они применяются в проектном управлении.
30. Опишите метод измерения освоенного объема.
31. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление персоналом проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
32. Опишите проектный треугольник, ограничения в проекте и примеры их взаимосвязей при отклонениях от плана проекта.
33. Что такое диаграмма контрольных точек и как она применяется в проекте?
34. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление интеграцией проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.

Раздел 3-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос. Проводится в форме устного опроса.

1. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки проектной структуры.
2. Как избежать срывов сроков проекта и что делать, если это произошло?
3. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление заинтересованными сторонами проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
4. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки слабой матрицы.
5. Как избежать рисков проекта и что делать, если это произошло?
6. Критерии отбора команды проекта.
7. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление содержанием проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
8. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки сбалансированной матрицы.
9. Как избежать превышения плановых затрат на проект и что делать, если это произошло?
10. 5 стадий процесса развития команды проекта.
11. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление сроками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
12. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки сильной матрицы.
13. Как избежать отклонения от содержания проекта и что делать, если это произошло?
14. Способы разрешения конфликтов в проекте.
15. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление стоимостью проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
16. Изобразите график возможности влияния на результат проекта и стоимость изменений на протяжении жизненного цикла проекта.

17. Как избежать снижения качества продукта проекта и что делать, если это произошло?
18. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление поставками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
19. Опишите группы процессов управления проектами.
20. Основные причины конфликтов в проекте.
21. Опишите матрицу рисков и ее назначение.
22. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление рисками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
23. Дайте определение фазы проекта и опишите принципы взаимодействия между ними. Опишите понятие стоимости качества (соответствие и несоответствие).
24. Опишите методы и средства оценки стоимостей в проекте.
25. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление качеством проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
26. Опишите последствия изменения содержания проекта.
27. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление коммуникациями проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
28. Дайте определение проекта и назовите минимум три черты, отличающие проектную деятельность от операционной деятельности.
29. Методы коммуникаций в проекте.
30. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление персоналом проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
31. Опишите критерии успешности проекта.
32. Критерии оценки коммуникативных сетей в организации.
33. Определение идентификации рисков. Кто входит в состав участников, идентифицирующих риски?

Раздел 6-7. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос. Проводится в форме устного опроса.

1. Опишите заинтересованные стороны в проекте (участники проекта).
2. Что такое база выученных уроков и когда она применяется?
3. Основные типы контрактов, применяемых при закупках в проекте.
4. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление заинтересованными сторонами проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
5. Опишите основные цели менеджера проекта.
6. Принципы снижения стоимости при управлении качеством.
7. Назначение матрицы оценки участия заинтересованных сторон проекта.
8. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление содержанием проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
9. Наиболее важные навыки и умения менеджера проекта.
10. Методы обеспечения мониторинга и контроля в проекте.
11. Виды планов управления проектом.
12. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление сроками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
13. Задачи заинтересованных сторон проекта: заказчик, спонсор и руководитель проекта.
14. Устав проекта. Какая цель данного документа?
15. Определение идентификации рисков. Кто входит в состав участников, идентифицирующих риски?
16. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление стоимостью проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
17. Назовите этапы жизненного цикла проекта.

18. Оценка «снизу-вверх».
19. Дайте определение ИСР. Опишите способы построения ИСР. Укажите связь ИСР с областями знаний в проектном управлении.
20. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление поставками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
21. Опишите проектный треугольник, ограничения в проекте и примеры их взаимосвязей при отклонениях от плана проекта.
22. Основные правила составления ИСР.
23. Суть метода набегающей волны.
24. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление рисками проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
25. Организационное окружение проекта. Опишите преимущества и недостатки проектной структуры.
26. Опишите последствия изменения содержания проекта.
27. Способы разрешения конфликтов в проекте.
28. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление качеством проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
29. Изобразите график возможности влияния на результат проекта и стоимость изменений на протяжении жизненного цикла проекта.
30. Как избежать снижения качества продукта проекта и что делать, если это произошло?
31. 5 стадий процесса развития команды проекта.
32. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление коммуникациями проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
33. Опишите группы процессов управления проектами.
34. Инструменты управления поставками. Опишите решение «Производить или покупать».
35. Определение метода Дельфи и примеры применения в управлении проектом.
36. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление персоналом проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.
37. Опишите основные причины неудач проектов.
38. Точность оценок стоимости проекта. Метод оценки: экспертная, по аналогам, параметрическая, снизу вверх. Опишите методы.
39. Опишите суть понятия границ проекта.
40. Опишите последовательно процессы, наполняющие управление интеграцией проекта, и дайте комментарии к каждому из процессов.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 или 4 семестр)

Промежуточная аттестация в семестре складывается из оценки за защиту минипроекта, выполненного мини-группами (командами) обучающихся и ответов на вопросы из билета.

Подготовленный материал должен содержать определение термина из открытых источников сети Интернет с указанием точного источника информации; определение из научно-исследовательской или обучающей литературы, также с указанием источника информации. Материал должен содержать примеры, объясняющие выбранный термин, подготовленные с применением современных информационных технологий. И иллюстрации, также подготовленные с применением современных информационных технологий.

Пример билета для зачета с оценкой:

<i>«Утверждаю»</i> зав. каф. МиМ (Должность, наименование кафедры) _____ Д.С. Лопаткин (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра менеджмента и маркетинга
	38.03.01 Экономика Профиль – «Экономика и управления предприятием химической промышленности»
	Основы управления проектами
Билет № _	
1. Ценность проекта для заказчика. 2. Инструменты организации работы над проектом для рассредоточенной команды. 3. Достоверность источников информации в проекте.	

1. Личный вклад каждого участника команды в достижение общей цели проекта.
2. Ценность проекта для заказчика.
3. Ценность проекта для владельца продукта.
4. Организация групповой работы над проектом.
5. Инструменты организации работы над проектом для рассредоточенной команды.
6. Способы организации коммуникаций в команде проекта.
7. Критерии целеполагания в проекте.
8. Способы реализации mvp.
9. Достоверность источников информации в проекте.
10. Фреймворк для планирования проекта.

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

8.4. Структура и примеры билетов

Итоговый контроль в форме зачета с оценкой проводится путем устного опроса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Малова, И. В. Управление проектами: Учебное пособие / И. В. Малова, М. С. Малов. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2025. – 120 с. – ISBN 978-5-907965-29-4. – DOI 10.31483/a-10719. – EDN HOHNDU.

2. Алесинская, Т. В. Управление проектами: концептуальные и методологические основы: Учебное пособие в двух частях

/ Т. В. Алесинская, К. В. Дрокина. – Ростов-на-Дону – Таганрог: Южный федеральный университет, 2025. – 137 с. – ISBN 978-5-9275-4945-0. – EDN WUUUXX.

Б. Дополнительная литература

1. Вицелярова, К. Н. Управление проектами / К. Н. Вицелярова. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. – 179 с. – ISBN 978-5-8333-1151-6. – EDN OCYNPA.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы:

- журнал «Управление проектами» - <http://www.pmmagazine.ru/>
- журнал «Инвестиции в России». ISSN:0868-5711.
- журнал «Финансы, деньги, инвестиции». ISSN:2222-0917.
- Журнал «Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы». ISSN: 2071-8217
- Журнал «Информационные технологии». ISSN: 1684-6400
- Журнал «Информационное общество». ISSN: 1606-1330
- Журнал «Вопросы экономики». ISSN: 0042-8736
- Журнал «Экономика и управление». ISSN: 1998-1627
- International Journal of science, technology and society. ISSN: 2330-7420

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Национальная ассоциация управления проектами: <http://sonnet.ru/>
- Сайт сетевой академии Ланит: www.projectmanagement.ru/index.asp
- Сайт «Управление проектами в России»: www.project.ru/
- Сайт международного журнала «Проблемы теории и практики управления» - <http://www.ptpu.ru/default.asp>
- Сайт Школы Инновационных Менеджеров - <http://novaman.ru>
- Сайт Федеральной службы государственной статистики: <http://www.gks.ru/>
- Крупнейший финансовый портал Рунета: <http://www.banki.ru/>
- Сайт инвестиционной компании «Финам»: <http://www.finam.ru/>
- Интернет-сайт Рейтингового агентства «Эксперт» www.raexpert.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)

Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (моноблоки, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

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

Персональные компьютеры (моноблоки), укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 ProfessionalGetGe nuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе:	Контракт №175- 262ЭА/2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

	Word Excel Power Point Outlook	От 30.12.2019		перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 13.04.2025 № 13-143К/2025	не ограничено, лимит проверок 10000	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в управление проектами.	– основные понятия и методы управления проектами, – систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта – разрабатывать и оформлять проектную документацию	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Инициация и планирование проекта.	– принципы организации проектного управления – применять методики оценки параметров управления в проектах – разрабатывать стратегию управления проектами – методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Методология управления проектами	– основные понятия и методы управления проектами – применять методики оценки параметров управления в проектах – методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 4. Управление ресурсами проекта.	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта	Оценка за контрольные

	– разрабатывать и оформлять проектную документацию – методами анализа путей реализации проектов – методами анализа путей реализации проектов	работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 5. Командообразование.	– основные понятия и методы управления проектами – разрабатывать и оформлять проектную документацию – применять методики оценки параметров управления в проектах – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 6. Презентация результатов проектной работы.	– применять методики оценки параметров управления в проектах – разрабатывать стратегию управления проектами – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 7. Управление рисками проекта.	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта – разрабатывать и оформлять проектную документацию – разрабатывать стратегию управления проектами – методами анализа путей реализации проектов	Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы управления проектами»**

основной образовательной программы

04.03.01 Химия
05.03.06 Экология и природопользование
09.03.01 Информатика и вычислительная техника
09.03.02 Информационные системы и технологии
15.03.02 Технологические машины и оборудование
18.03.01 Химическая технология
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии
19.03.01 Биотехнология
20.03.01 Техносферная безопасность
27.03.01 Стандартизация и сертификация
27.03.05 Инноватика
28.03.02 Наноинженерия
28.03.03 Наноматериалы
29.03.04 Технология художественной обработки материалов
38.03.01 Экономика

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«DFT-методы»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом Сколковского института науки и технологий Левченко С.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева
«26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасаения энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«DFT-методы»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей физики, квантовой химии.

Цель дисциплины – обобщение, закрепление и совершенствование знаний, умений и владений, обеспечивающих способность и готовность бакалавра в полной мере осуществлять научно-исследовательскую работу в области компьютерного моделирования материалов

Задачи дисциплины

- ознакомление с современными методами компьютерного моделирования материалов
- ознакомление и овладение навыками использования программ для компьютерного моделирования материалов

Дисциплина **«DFT-методы»** 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 (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-7. Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования реакционной способности органических и гибридных соединений под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-7.1. Знает современные методы, использующиеся при проектировании направленного синтеза органических и гибридных соединений с заданным набором свойств в рамках поставленной задачи	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами
			ПК-7.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения направленного синтеза органических и гибридных соединений по заданию специалиста более высокой квалификации	
			ПК-7.3. Владеет приёмами обработки, анализа, интерпретации результатов эксперимента по проведению направленного синтеза органических и гибридных соединений с заданными свойствами	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- возможности и проблемы компьютерного моделирования функциональных материалов
- особенности электронной структуры кристаллов
- основы теории функционала плотности (ТФП)
- различные программные релизации ТФП

Уметь:

- использовать методы теории функционала плотности для моделирования материалов
- пользоваться специализированными компьютерными программами для расчета атомной и электронной структуры материалов

Владеть:

- современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид контроля:			
Экзамен	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
Вид итогового контроля:	зачёт с оценкой		

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. Электронная структура кристаллов	<i>Разр.</i>	6	6		9
1.1	Зонная структура кристаллов и ее связь с молекулярными орбиталями. Основные типы кристаллических решеток.	<i>Разр.</i>	2	2		3
1.2	Состояния Блоха, обратное пространство, к-точки, зоны Бриллюэна. Плотность состояний, проекция на атомные орбитали.	<i>Разр.</i>	2	2		3
1.3	Металлы, полупроводники, изоляторы. Энергия Ферми.	<i>Разр.</i>	2	2		3
2.	Раздел 2. Уравнение Шрёдингера для много-электронных систем	<i>Разр.</i>	4	4		6
2.1	Уравнение Шрёдингера для многих электронов, принцип Паули, детерминант Слейтера, вариационный принцип, кулоновское и обменное взаимодействия, электронная корреляция.	<i>Разр.</i>	2	2		3
2.2	Численное решение много-электронного уравнения Шрёдингера, базисные наборы, периодические граничные условия, цикл самосогласованности	<i>Разр.</i>	2	2		3
3.	Раздел 3. Теория функционала плотности	<i>Разр.</i>	10	10		13
3.1	Теоремы Хоэнберга-Кона	<i>Разр.</i>	2	2		3
3.2	Приближение локальной плотности, обобщенное градиентное приближение (GGA), мета-GGA	<i>Разр.</i>	2	2		2,5
3.3	Уравнения Кона-Шэма, численное решение уравнений ТФП	<i>Разр.</i>	2	2		2,5
3.4	Проблема самовзаимодействия, теорема Янака, теорема энергии ионизации, гибридные функционалы, поправки Хаббарда		4	4		5
4.	Раздел 4. Моделирование реальных материалов	<i>Разр.</i>	8	8		11
4.1	Перво-принципная атомистическая термодинамика, поверхности, дефекты	<i>Разр.</i>	2	2		3
4.2	Молекулярная динамика, метод кинетического Монте Карло	<i>Разр.</i>	2	2		3

4.3	Аналитика данных, машинное обучение	Разр.	4	4		5
5.	Раздел 5. За пределами ТФП		4	4		5
5.1	Краткий обзор методов много-частичной теории возмущений, диффузионного и вариационного Монте Карло		4	4		5
	ИТОГО	УП	32	32	-	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Электронная структура кристаллов

Трансляционная симметрия, периодические граничные условия. Решетка Бравэ. Зонная структура кристаллов и ее связь с молекулярными орбиталями. Основные типы кристаллических решеток. Теорема Блоха, состояния Блоха, обратное пространство, к-точки, зоны Бриллюэна, физический смысл к-точек. Расчеты зонной структуры, зона проводимости, валентная зона. Плотность состояний, проекция на атомные орбитали. Металлы, полупроводники, изоляторы. Энергия Ферми, поверхность Ферми. Сетка к-точек, сетка Монкхорст-Пака, учет симметрии кристалла при выборе сетки к-точек.

Раздел 2. Уравнение Шрёдингера для много-электронных систем

Нерелятивистское уравнение Шрёдингера для многих электронов, разделение переменных, стационарное уравнение Шрёдингера. Приближение Борна-Оппенгеймера (адиабатическое), пределы применимости этого приближения. Уравнения для электронов и ядер в приближении Борна-Оппенгеймера. Многоэлектронные и одноэлектронные состояния, учет спина. Приближение Хартри. Принцип Паули, детерминант Слейтера, вариационный принцип, кулоновское и обменное взаимодействия. Уравнения Хартри-Фока. Электронная корреляция. Статическая и динамическая корреляция, условия, при которых корреляционные эффекты сильны. Численное решение много-электронного уравнения Шрёдингера. Базисные наборы, периодические граничные условия, локализованные и делокализованные базисные функции, псевдопотенциалы. Цикл самосогласованности, параметры сходимости, смешивание плотностей, метод Пулая, метод предобуславливания Керкера. Особенности цикла самосогласованности для металлов, уширение распределения электронов вокруг уровня Ферми.

Раздел 3. Теория функционала плотности

Теоремы Хоэнберга-Кона: функциональная связь между энергией системы и электронной плотностью, минимизация энергии по отношению к вариациям плотности. Кинетическая энергия как функционал плотности, модель Томаса-Ферми. Уравнения Кона-Шэма, эффективный потенциал. Модель свободного электронного газа, обменное и корреляционное взаимодействия в электронном газе. Приближение локальной плотности. Обобщенное градиентное приближение (GGA). Условия, которым удовлетворяет точный функционал плотности. Плотность кинетической энергии, мета-GGA. Численное решение уравнений ТФП, цикл самосогласованности в численном решении уравнений ТФП. Проблема самовзаимодействия электронов, эффекты самовзаимодействия на локализацию электронов в молекулах и кристаллах, различия между ними. Теория ансамбля многоэлектронных состояний, дробные числа электронов (занятости орбиталей). Теорема Янака. Свойства точного функционала плотности, теорема энергии ионизации. Ширина запрещенной зоны, отличие ширины запрещенной зоны Кона-Шэма от фундаментальной ширины. Обобщенная теория функционала плотности, гибридные функционалы. Поправки самосогласованности, поправки Хаббарда.

Раздел 4. Моделирование реальных материалов

Статистические эффекты при конечных температурах и давлениях. Энтропия. Термодинамические потенциалы. Статистическая сумма. Перво-принципная атомистическая термодинамика, химический потенциал. Молекулярные степени свободы, расчеты химического потенциала молекул и атомов в газовой фазе. Моделирование поверхности, модель поверхностного слоя, вакуумный слой, насыщение свободных связей в моделях поверхности. Поверхностные состояния, зонная структура поверхности. Поверхностный слой с ненулевым дипольным моментом, дипольная поправка, работа выхода. Свободная энергия поверхности, поверхностные фазовые диаграммы. Конфигурационная энтропия. Точечные дефекты: типы, энергия образования, взаимодействие, концентрация при реалистичных температурах и давлениях. Особенности моделирования заряженных дефектов, учет артефактов периодических граничных условий при моделировании заряженных дефектов. Образование зарядового слоя и изгиб электронных зон при образовании дефектов на поверхности полупроводников. Молекулярная динамика, статистическая выборка с использованием молекулярной динамики, термодинамическое интегрирование, метадинамика, моделирование химических реакций. Молекулярная динамика с параллельным отпуском, вычисление свободной энергии. Моделирование ансамблей химических реакций, гетерогенный катализ, метод кинетического Монте Карло. Машинное обучение, межатомные потенциалы, полученные методом машинного обучения. Дескрипторы. Высокопроизводительный поиск функциональных материалов с улучшенными свойствами. Модели структура-свойство. Поиск дескрипторов на основе данных. Обнаружение статистически значимых подгрупп данных. Предсказание кристаллической структуры материалов и каталитической активности с использованием дескрипторов.

Раздел 5. За пределами ТФП

Теория возмущений Рэля-Шрёдингера. Методы на основе многочастичной волновой функции. Теория Мёллера-Плессета. Метод конфигурационного взаимодействия. Метод связанных кластеров. Методы диффузионного и вариационного Монте Карло. Метод случайных фаз. Метод *GW*.

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	– возможности и проблемы компьютерного моделирования функциональных материалов		+				
2	– особенности электронной структуры кристаллов		+				
	– основы теории функционала плотности (ТФП)			+	+		
	– различные программные релизации ТФП					+	+
	Уметь:						
3	– использовать методы теории функционала плотности для моделирования материалов		+	+			
4	– пользоваться специализированными компьютерными программами для расчета атомной и электронной структуры материалов				+	+	+
	Владеть:						
5	– современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов		+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
11 12	ПК-7. Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования реакционной способности органических и гибридных соединений под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-7.1. Знает современные методы, использующиеся при проектировании направленного синтеза органических и гибридных соединений с заданным набором свойств в рамках поставленной задачи	+	+	+	+	+
		ПК-7.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения направленного синтеза органических и гибридных соединений по заданию специалиста более высокой квалификации	+	+	+	+	+
		ПК-7.3. Владеет приёмами обработки, анализа, интерпретации результатов эксперимента по проведению направленного синтеза органических и гибридных соединений с заданными свойствами	+	+	+	+	+

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	Зонная структура кристаллов и ее связь с молекулярными орбиталями. Основные типы кристаллических решеток.	2
2	1	Состояния Блоха, обратное пространство, к-точки, зоны Бриллюэна. Плотность состояний, проекция на атомные орбитали.	2
3	1	Металлы, полупроводники, изоляторы. Энергия Ферми.	2
4	2	Уравнение Шрёдингера для многих электронов, принцип Паули, детерминант Слейтера, вариационный принцип, кулоновское и обменное взаимодействия, электронная корреляция.	2
5	2	Численное решение много-электронного уравнения Шрёдингера, базисные наборы, периодические граничные условия, цикл самосогласованности	2
6	3	Теоремы Хоэнберга-Кона	2
7	3	Приближение локальной плотности, обобщенное градиентное приближение (GGA), мета-GGA	2
8	3	Уравнения Кона-Шэма, численное решение уравнений ТФП	2
9	3	Проблема самовзаимодействия, теорема Янака, теорема энергии ионизации, гибридные функционалы, поправки Хаббарда	4
10	4	Перво-принципная атомистическая термодинамика, поверхности, дефекты	2
11	4	Молекулярная динамика, метод кинетического Монте Карло	2
12	4	Аналитика данных, машинное обучение	4
13	5	Краткий обзор методов много-частичной теории возмущений, диффузионного и вариационного Монте Карло	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*DFT-методы*» 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** (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 складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме **Зачёта с оценкой** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую.

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

1. Какова обратная решетка для кубической объемно-центрированной решетки?
2. Каков физический смысл к-точек в состояниях Блоха?
3. Какова размерность плотности состояний?
4. Какие свойства атомных орбиталей определяют дисперсию электронных зон, построенных из этих орбиталей?
5. Сколько зон Бриллюэна нужно рассмотреть, чтобы полностью описать электронную структуру кристалла?
6. Какую форму может в принципе иметь элементарная ячейка кристалла?
7. Может ли волновая функция иметь пространственную периодичность, отличную от периодичности элементарной ячейки?
8. Какова минимальная вырожденность состояний кристалла в отсутствие магнитного поля и почему?
9. Опишите типы электронных корреляций и укажите приближения в методе Хартри-Фока, с которыми они связаны.
10. Нарисуйте общую блок-схему решения уравнения Шрёдингера методом самосогласованного поля в приближении Хартри-Фока.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 2 балла за вопрос.

1. Доказать первую теорему Хоэнберга-Кона.
2. Доказать вторую теорему Хоэнберга-Кона.
3. Описать идею локального и обобщенного градиентного приближений плотности.

4. Какой физический смысл имеет дробное значение числа электронов?
5. Вывести зависимость полной энергии системы от числа электронов между двумя последовательными целочисленными значениями.
6. Доказать теорему Янака.
7. Присутствует ли самовзаимодействие электронов в приближении Хартри-Фока?
8. В какую сторону (большую или меньшую) отличается ширина запрещенной зоны, рассчитанная методом Хартри-Фока, от экспериментальных значений?
9. Включает ли метод локального приближения плотности (LDA) обменное взаимодействие?
10. Присутствует ли самовзаимодействие в обобщенном градиентном приближении (GGA)?

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 2 балла за вопрос.

1. Какой термодинамический потенциал стремится к минимуму при постоянных температуре и давлении?
2. Дайте определение химического потенциала.
3. Как связаны энтропия и число микросостояний в статистической термодинамике?
4. Вывести формулу числа микросостояний для заданного макросостояния.
5. Напишите выражение свободной энергии Гибса через статистическую сумму.
6. Каково соотношение между химическими потенциалами на поверхности, в твердой и газообразной фазах в термодинамическом равновесии?
7. Нарисуйте график зависимости химического потенциала атома азота от температуры в атмосфере с парциальным давлением азота 0.7 атм, используя таблицы NIST-JANAF.
8. Построить фазовую диаграмму поверхности без учета вклада колебаний и конфигурационной энтропии, используя данные атомные структуры и их энергии.
9. Какому физическому состоянию поверхности в атмосфере кислорода соответствует значение химического потенциала атома кислорода, равное половине полной энергии молекулы кислорода?
10. Перечислите статистические ансамбли, которые можно моделировать с помощью молекулярной динамики.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачёт с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса и задачу, 1 вопрос – 6 баллов, вопрос 2 – 6 баллов, вопрос 3 – 8 баллов, задача- 20 баллов.

1. Какова обратная решетка для кубической объемно-центрированной решетки?
2. Каков физический смысл к-точек в состояниях Блоха?
3. Какова размерность плотности состояний?
4. Какие свойства атомных орбиталей определяют дисперсию электронных зон, построенных из этих орбиталей?
5. Сколько зон Бриллюэна нужно рассмотреть, чтобы полностью описать электронную структуру кристалла?
6. Какую форму может в принципе иметь элементарная ячейка кристалла?
7. Может ли волновая функция иметь пространственную периодичность, отличную от периодичности элементарной ячейки?
8. Какова минимальная вырожденность состояний кристалла в отсутствие магнитного поля и почему?

9. Опишите типы электронных корреляций и укажите приближения в методе Хартри-Фока, с которыми они связаны.
10. Нарисуйте общую блок-схему решения уравнения Шрёдингера методом самосогласованного поля в приближении Хартри-Фока.
11. Перечислите наиболее распространенные базисные функции для описания электронной структуры материалов.
12. Доказать первую теорему Хоэнберга-Кона.
13. Доказать вторую теорему Хоэнберга-Кона.
14. Описать идею локального и обобщенного градиентного приближений плотности.
15. Какой физический смысл имеет дробное значение числа электронов?
16. Вывести зависимость полной энергии системы от числа электронов между двумя последовательными целочисленными значениями.
17. Доказать теорему Янака.
18. Присутствует ли самовзаимодействие электронов в приближении Хартри-Фока?
19. В какую сторону (большую или меньшую) отличается ширина запрещенной зоны, рассчитанная методом Хартри-Фока, от экспериментальных значений?
20. Включает ли метод локального приближения плотности (LDA) обменное взаимодействие?
21. Присутствует ли самовзаимодействие в обобщенном градиентном приближении (GGA)?
22. Как зависит энергия высшего занятого состояния Кона-Шэма от его занятости?
23. Какой термодинамический потенциал стремится к минимуму при постоянных температуре и давлении?
24. Дайте определение химического потенциала.
25. Как связаны энтропия и число микросостояний в статистической термодинамике?
26. Вывести формулу числа микросостояний для заданного макросостояния.
27. Напишите выражение свободной энергии Гибса через статистическую сумму.
28. Каково соотношение между химическими потенциалами на поверхности, в твердой и газообразной фазах в термодинамическом равновесии?
29. Нарисуйте график зависимости химического потенциала атома азота от температуры в атмосфере с парциальным давлением азота 0.7 атм, используя таблицы NIST-JANAF.
30. Построить фазовую диаграмму поверхности без учета вклада колебаний и конфигурационной энтропии, используя данные атомные структуры и их энергии.
31. Какому физическому состоянию поверхности в атмосфере кислорода соответствует значение химического потенциала атома кислорода, равное половине полной энергии молекулы кислорода?
32. Перечислите статистические ансамбли, которые можно моделировать с помощью молекулярной динамики.
33. Опишите алгоритм термодинамического интегрирования.
34. Какова общая идея термостата Нозе-Гувера?

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (6 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «**DFT-методы**» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачёта с оценкой* состоит из 3 вопросов и задачи, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *зачёта с оценкой*:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтех	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет

(Должность, наименование кафедры) _____ /Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__	имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия Профиль – «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»
	DFT-методы
Билет № 1 1. Доказать вторую теорему Хоэнберга-Кона. 2. Описать идею локального и обобщенного градиентного приближений плотности. 3. Какой физический смысл имеет дробное значение числа электронов? Задача: Выведите зависимость полной энергии системы $E_{tot}(N)$ между двумя целыми числами	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

1. Сатанин, А. М. Введение в теорию функционала плотности : учебно-методическое пособие / А. М. Сатанин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2009
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела, М.: Наука, 1978.
3. Киттель, Ч. Квантовая теория твёрдых тел: пер. с англ. / Ч. Киттель. - М. : Наука, 1967.
4. Барановский В.И., Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие, Издательство "Лань" (2019)
5. В.П. Смирнов КУРС СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ: Конспект лекций, Санкт-Петербург 2010.
6. Мамонова М.В., Прудников В.В., Прудникова И.А. Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы, ISBN: 978-5-9221-1236-9, ФИЗМАТЛИТ 2011(https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_491700)
7. Полак, Л. С. Вычислительные методы в химической кинетике [Текст] / Л. С. Полак, М. Я. Гольденберг, А. А. Левицкий ; ред. Ю. Н. Туманов ; АН СССР. Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева. - М. : Наука, 1984

Б. Дополнительная литература

1. Киттель, Ч. Статистическая термодинамика [Текст] : пер. с англ. / Ч. Киттель. - М. : Наука, 1977
2. Цюлике, Л., Квантовая химия : [Учебное пособие] : Пер. с нем. / Л. Цюлике. - М. : Мир. Т.1 : Основы и общие методы. - 1976.
3. С.В. Колесников, А.М. Салецкий, С.А. Докукин, А.Л. Клавсюк, КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ К ФИЗИКЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ НАНОСТРУКТУР, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2018 год, том 30, номер 2, стр. 48

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ) ISSN 0869-5873;

Политематические базы данных (БД):

- США: CAPLUS; COMPENDEX;
- Великобритания: INSPEC;
- Франция: PASCAL.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:
сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*DFT-методы*» проводятся в форме лекционных и семинарских занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

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; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Электронная структура кристаллов	<i>Знает:</i> – возможности и проблемы компьютерного моделирования функциональных материалов – особенности электронной структуры кристаллов <i>Умеет:</i> – использовать методы теории функционала плотности для моделирования материалов <i>Владеет:</i> – современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (6 семестр)
Раздел 2. Уравнение Шрёдингера для много-электронных систем	<i>Знает:</i> – основы теории функционала плотности (ТФП) <i>Умеет:</i> – использовать методы теории функционала плотности для моделирования материалов <i>Владеет:</i> – современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (6 семестр)

Раздел 3. Теория функционала плотности	<i>Знает:</i> – основы теории функционала плотности (ТФП) <i>Умеет:</i> – пользоваться специализированными компьютерными программами для расчета атомной и электронной структуры материалов <i>Владеет:</i> – современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов	Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (6 семестр)
Раздел 4. Моделирование реальных материалов	<i>Знает:</i> – различные программные реализации ТФП <i>Умеет:</i> – пользоваться специализированными компьютерными программами для расчета атомной и электронной структуры материалов <i>Владеет:</i> – современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (6 семестр)
Раздел 5. За пределами ТФП	<i>Знает:</i> – различные программные реализации ТФП <i>Умеет:</i> – пользоваться специализированными компьютерными программами для расчета атомной и электронной структуры материалов <i>Владеет:</i> – современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов	Оценка за <i>зачёт</i> (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 – 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 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
«DFT-методы»

основной образовательной программы
04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизация технологических процессов и измерений»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Информатики и компьютерного проектирования Новиковой Д.К.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Сколтеха **«Органические и гибридные материалы для преобразования и запасаения энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 7-го семестра.

Дисциплина **«Автоматизация технологических процессов и измерений»** относится к части дисциплин по выбору учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области информационных технологий.

Цель дисциплины – приобретение и развитие навыков работы в среде NI LabView по созданию программного обеспечения для решения различных задач автоматизации процессов и измерений.

Задачи дисциплины

- изучить базовые функции;
- приобрести навыки работы.

В результате освоения дисциплины **«Автоматизация технологических процессов и измерений»** студент приобретает следующие знания: разработка и применение специального программно-математического обеспечения для проведения исследований и решения поставленных задач, разработка собственных моделей для реализации задач автоматизации процессов и измерений.

Дисциплина **«Автоматизация технологических процессов и измерений»** 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**:

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				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для изучения реакционной способности органических и гибридных материалов.	<i>Профессиональный стандарт</i> <i>Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- возможности и концепцию работы структур и шаблонов для разработки программного обеспечения;
- логику работы структур NI LabView;
- назначение и возможности среды NI LabView

Уметь:

- использовать структуры и шаблоны построения программного обеспечения в NI LabView;
- обосновано выбирать алгоритмические структуры NI LabView;
- создавать в NI LabView простые программы для решения задач автоматизации процессов и измерений

Владеть:

- навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView;
- навыками грамотного применения структур NI LabView;
- навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView.

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Разр.
1.	Раздел 1. Среда NI LabView, основные функции, виртуальные приборы и концепция программирования в данной среде	22	6	6	10
1.1	Знакомство с элементами интерфейса среды NI LabView. Организация компонентов приложения. Работа с передней панелью и блок-схемой в NI LabView. Знакомство с основными инструментами среды.	4	2	2	3
1.2	Основные приемы построения моделей в NI LabView. Поиск ошибок и идентификация общих проблем организации блок-схемы и потока данных в ней.	4	2	2	3,5
1.3	Определение основных типов данных. Рассмотрение простейших тестовых разработок NI LabView.	4	2	2	3,5
2.	Раздел 2. Циклы и алгоритмические структуры NI LabView	32	10	10	12
2.1	Изучение основных алгоритмических структур в среде NI LabView. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей среды NI LabView с использованием простейших алгоритмических структур.	4	2	2	3
2.2	Изучение типов циклов. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей при применении циклов в среде NI LabView.	6	3	3	3
2.3	Использование циклов, построение элементарных моделей для реализации задач с применением циклов и алгоритмических структур в среде NI LabView.	10	5	5	6
3.	Раздел 3. Типы и структуры данных в среде NI LabView	32	10	10	12
3.1	Различные способы представления числовых данных.	6	2	2	2
3.2	Структуры данных. Детальное рассмотрение типов данных.	10	3	3	4

3.3	Определение типов данных. Использование определений для повышения эффективности реализации структур данных. Кластеры. Инструменты для работы с кластерами.	16	5	5	6
4.	Раздел 4. Работа с файлами	22	6	6	10
4.1	Доступ к файлам из NI LabView. Изучение базовых концепций ввода/вывода файлов и основные пути доступа к библиотекам проектов.	11	3	3	5
4.2	Передача данных между параллельными циклами. Освоение основных приемов реализации данной концепции.	11	3	3	5
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Среда NI LabView, основные функции, виртуальные приборы и концепция программирования в данной среде

1.1. Знакомство с элементами интерфейса среды NI LabView. Основные правила начала работы в среде NI LabVIEW. Организация компонентов приложения. Работа с передней панелью и блок-схемой в NI LabView. Простейшие способы повышения эффективности работы. Знакомство с основными инструментами среды. Пути реализации функционала инструментов среды NI LabView.

1.2. Основные приемы построения моделей в NI LabView. Виртуальные приборы. Простейшие примеры виртуальных приборов. Поиск ошибок и идентификация общих проблем организации блок-схемы и потока данных в ней. Способы решения основных ошибок и проблем организации блок-схем в среде NI LabView.

1.3. Определение основных типов данных. Изучение их теоретической основы и способы применения. Рассмотрение простейших тестовых разработок NI LabView.

Раздел 2. Циклы и алгоритмические структуры NI LabView

2.1. Изучение основных алгоритмических структур в среде NI LabView. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей среды NI LabView с использованием простейших алгоритмических структур. Использование структур принятия решения. Изучение структур NI LabView, используемые для реализации алгоритмов принятия решения.

2.2. Изучение типов циклов. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей при применении циклов в среде NI LabView. Приемы выполнения циклов.

2.3. Использование циклов, построение элементарных моделей для реализации задач с применением циклов и алгоритмических структур в среде NI LabView. Использование данных в разных итерациях циклов.

Раздел 3. Типы и структуры данных в среде NI LabView

3.1. Различные способы представления числовых данных. Приведение данных. Работа с текстовыми данными.

3.2. Структуры данных. Детальное рассмотрение типов данных. Операции со строками преобразование типов данных.

3.3. Определение типов данных. Использование определений для повышения эффективности реализации структур данных. Кластеры. Инструменты для работы с кластерами. Области применения этих инструментов и способы реализации их функциональных возможностей.

Раздел 4. Работа с файлами

4.1. Доступ к файлам из NI LabView. Изучение базовых концепций ввода/вывода файлов и основные пути доступа к библиотекам проектов. Высокоуровневые и низкоуровневые функции файлового ввода/вывода.

4.2. Передача данных между параллельными циклами. Освоение основных приемов реализации данной концепции. Изучение области применения данной функции и пути повышения эффективности при работе с файлами.

4.3. Управление пользовательским интерфейсом. Изучение методов программного управления атрибутами объектов передней панели.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– возможности и концепцию работы структур и шаблонов для разработки программного обеспечения;	+			
2	– логику работы структур NI LabView		+		
3	– назначение и возможности среды NI LabView			+	+
	Уметь:				
4	– использовать структуры и шаблоны построения программного обеспечения в NI LabView	+			
5	– обосновано выбирать алгоритмические структуры NI LabView		+		
6	– создавать в NI LabView простые программы для решения задач автоматизации процессов и измерений			+	+
	Владеть:				
7	– навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView	+	+	+	+
8	– навыками грамотного применения структур NI LabView	+	+	+	+
9	– навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения			
10	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+
		ПК-6.2.Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+
		ПК-6.3. Владеет типовыми	+	+	+

		экспериментальными методами для изучения реакционной способности органических и гибридных материалов.				

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Введение. Изучение элементов управления и интерфейса среды NI LabView. Основные принципы работы с передней панелью и блок-схемой в NI LabView.	2
2	1.2	Краткое повторение тем раздела 1.1. Основные приемы построения моделей и идентификации ошибок в NI LabView.	2
3	1.3	Изучение основных типов данных. Рассмотрение элементарных тестовых разработок NI LabView.	2
4	2.1	Краткое повторение разделов 1.2 и 1.3. Изучение базовых алгоритмических структур в NI LabView. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей среды. Введение в теорию циклов в среде NI LabView.	2
5	2.2	Изучение типов циклов и методов реализации функционального потенциала среды NI LabView с применением полученных знаний.	2
6	2.3	Использование циклов в среде NI LabView. Простейшие модели с циклами	2
7	2.3	Построение элементарных моделей в среде NI LabView с применением циклов.	2
8	3.1	Повторение разделов 1.1 и 1.3. Изучение различных способов представления числовых данных в среде NI LabView.	2
9	3.2	Структуры данных. Детальное рассмотрение каждого типа.	2
10	3.3	Повторение разделов 3.1 и 3.2. Определение типов данных. Изучение путей реализации определений для повышения эффективности и качества представления данных в среде NI LabView	2
11	3.3	Повторение занятия №10. Введение в теорию кластеров. Изучение инструментов для работы с ними.	2
12	1.3-3.3	Построение виртуальных приборов. Простейшие виртуальные приборы в среде NI LabView.	2
13	4.1	Изучение концепции работы с файлами.	2
14	4.1	Доступ к файлам из NI LabView. Изучение базовых концепций ввода/вывода файлов и основные пути доступа к библиотекам данных.	2
15	4.2	Простейшие примеры передачи данных между параллельными циклами. Освоение основных приемов реализации функциональных возможностей NI LabView при работе с файлами	2
16	4.3	Пользовательский интерфейс. Способы управления.	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- 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 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 100 баллов),

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативная работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 25 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 8 баллов за вопрос 1,2 и 9 баллов за вопрос 3.

Вопрос 1.1.

1. Перечислить основные элементы интерфейса NI LabView.
2. Дать характеристику работы в системе программирования NI LabView.
3. Указать основные инструменты рабочей среды NI LabView.

Вопрос 1.2.

1. Дать характеристику элементов интерфейса NI LabView.
2. Привести примеры работы с передней панелью и блок-схемой NI LabView.
3. Охарактеризовать работу основных инструментов NI LabView.

Вопрос 1.3.

1. Дать определение основных типов данных.
2. Привести примеры работы числовыми данными в среде NI LabView.
3. Привести примеры простейших моделей среды NI LabView.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 8 баллов за вопрос 1,2 и 9 баллов за вопрос 3.

Вопрос 2.1.

1. Приведите пример алгоритмической структуры NI LabView.
2. Какие существуют пути реализации функциональных возможностей среды NI LabView?
3. Дайте характеристику одной из алгоритмических структур NI LabView.

Вопрос 2.2.

1. Какие типы циклов были изучены в рамках рассмотрения функциональных возможностей NI LabView?
2. Приведите пример одного из изученных циклов и пути реализации его функциональных возможностей в среде NI LabView.
3. Дайте характеристику и приведите пример применения одного из изученных ранее циклов.
- 4.

Вопрос 2.3.

1. Для каких задач следует применять циклы в среде NI LabView?
2. Опишите процесс работы с циклами в среде NI LabView.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 8 баллов за вопрос 1,2 и 9 баллов за вопрос 3.

Вопрос 3.1.

1. Какие способы представления данных в среде NI LabView Вам известны?
2. Дайте характеристику одного из изученных типов данных.
3. Что такое массив данных?

Вопрос 3.2.

1. Какие структуры данных Вам известны?
2. Определите тип представленных данных.
3. Каким образом определение типа данных повышает эффективность реализации структур данных?

Вопрос 3.3.

1. Что такое массив данных?
2. Что такое кластеры?
3. Приведите пример задачи с кластерами.
4. Какие инструменты для работы с кластерами Вам известны?

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 8 баллов за вопрос 1,2 и 9 баллов за вопрос 3.

Вопрос 4.1.

1. Каким образом осуществляется доступ к файлам из NI LabView.
2. Какие базовые концепции ввода/вывода данных Вам известны?
3. Получение доступа к библиотекам проектов. Привести примеры.

Вопрос 4.2.

1. Каким образом осуществляется передача данных между файлами в параллельных циклах?
2. Какие приемы реализации передачи данных между файлами в параллельных циклах.

Вопрос 4.3.

1. Область применения среды NI LabView в химической технологии.
2. Пути автоматизации процессов и измерений с применением среды NI LabView.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Трэвис Дж., Кринг Дж. - LabVIEW для всех
2. Бутырин П.А., Васьковская Т.А., Каратаев В.В. – Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabView 7.

Б. Дополнительная литература

1. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. – LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Новосибирск: НГТУ» ISSN 978-5-7782-1428-6

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

– <http://training-labview.ru/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

- сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*Автоматизация процессов и измерений в среде NI LabView*» 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: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Среда NI LabView, основные функции, виртуальные приборы и концепция программирования в данной среде	<i>Знает:</i> – возможности и концепцию работы структур и шаблонов для разработки программного обеспечения; <i>Умеет:</i> – использовать структуры и шаблоны построения программного обеспечения в NI LabView; <i>Владеет:</i> – навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView; – навыками грамотного применения структур NI LabView; – навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр)
Раздел 2. Циклы и алгоритмические структуры NI LabView	<i>Знает:</i> – логику работы структур NI LabView; <i>Умеет:</i> – обосновано выбирать алгоритмические структуры NI LabView; <i>Владеет:</i> – навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView; – навыками грамотного применения структур NI LabView; – навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView.	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр)
Раздел 3. Типы и структуры данных в среде NI LabView	<i>Знает:</i> – назначение и возможности среды NI LabView <i>Умеет:</i> – создавать в NI LabView простые программы для решения задач автоматизации процессов и измерений <i>Владеет:</i> – навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView; – навыками грамотного применения	Оценка за контрольную работу №3 (7 семестр)

	структур NI LabView; – навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView.	
Раздел 4. Работа с файлами	<i>Знает:</i> – назначение и возможности среды NI LabView <i>Умеет:</i> – создавать в NI LabView простые программы для решения задач автоматизации процессов и измерений <i>Владеет:</i> – навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView; – навыками грамотного применения структур NI LabView; – навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView.	Оценка за контрольную работу №4 (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 – 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
«Автоматизация технологических процессов и измерений»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025 г.

Программа составлена доцентом кафедры Сколтеха к.х.н. Токаревым С.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направления подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **Сколтех** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестров.

Дисциплина «**Аналитическая химия**» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической химии, имеют начальные знания по физике, органической и физической химии.

Цель дисциплины – формирование базовых знаний о видах и способах химического анализа, методах определения состава веществ, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ методов анализа, применяемых в промышленности и исследовательской работе;
- ознакомление с методами и приборным оформлением различных стадий анализа: пробоподготовки, концентрирования, разделения и идентификации образцов;
- изучение метрологических характеристик методов анализа.

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

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные термины, понятия и методы качественного и количественного анализа;
- теоретические основы методов анализа, применяемых в химии;
- приборное и материальное оформление методов анализа, применяемых в химии

Уметь:

- оценивать возможности методов, обосновано выбирать соответствующий метод для решения конкретной задачи;
- математически обрабатывать результаты исследования;

Владеть:

- методологией подбора методов анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	48,6
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,4	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Аналитическая химия, ее задачи и методы.	7	2	2	3
2	Раздел 2. Виды химического равновесия. Титриметрические методы	28	8	8	12
и 2.1	Основные типы реакций и процессов в аналитической химии.	7	2	2	3
2.2	Кислотно-основное равновесие и титрование.	7	2	2	3
2.3	Окислительно-восстановительное титрование.	7	2	2	3
2.4	Комплексонометрическое титрование	7	2	2	3
3	Раздел 3. Равновесие в гетерогенных системах. Гравиметрия. Методы разделения и концентрирования	21	6	6	9
3.1	Равновесие в системе осадок-раствор	7	2	2	3
3.2	Методы разделения и концентрирования	7	2	2	3
3.3	Пробоотбор и пробоподготовка	7	2	2	3
4	Раздел 4. Метрологические основы химического анализа	7	2	2	3
5	Раздел 5. Хроматографические методы анализа	28	8	10	12
5.1	Теоретические основы хроматографических методов.	7	2	4	3
5.2	Газовая хроматография	7	2	2	3
5.3	Жидкостная хроматография	7	2	2	3
5.4	Планарная хроматография, другие виды хроматографии	7	2	2	3
6	Раздел 6. Избранные приборные методы анализа и автоматизация аналитических определений	15	6	4	5
6.1	Атомно-эмиссионные, атомно-абсорбционные и другие приборные методы анализа.	9	4	2	3
6.3	Автоматический и автоматизированный анализ.	6	2	2	2
ИТОГО		108	32	32	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Аналитическая химия, ее задачи и методы.

Основные понятия и термины аналитической химии. Химический анализ. Виды и этапы химического анализа. Области применения Основные характеристики методов анализа. Место аналитической химии в системе химических наук. Области применения.

Раздел 2. Виды химического равновесия. Титриметрические методы

2.1 Основные типы реакций и процессов в аналитической химии.

Титриметрические методы анализа. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Идеальные и реальные системы, электростатические и химические взаимодействия. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Теоретические основы титриметрического анализа; особенности и принципы построения кривых титрования.

2.2 Кисотно-основное равновесие и титрование.

Протолитическая теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Буферные растворы. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя. Кисотно-основное титрование. Сущность метода. Построение кривой титрования. Факторы, влияющие на величину скачка кислотно-основного титрования; принцип действия и выбора кислотно-основных индикаторов; погрешности титрования. Применение кислотно-основного титрования в анализе.

2.3 Окислительно-восстановительное титрование.

Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Уравнение Нернста, различные виды окислительно-восстановительного потенциала, определение направления окислительно-восстановительной реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Скорость реакций в аналитической химии. Принципы построения кривых окислительно-восстановительного титрования, способы фиксирования конечной точки титрования, погрешности титрования. Роль скорости в химических процессах. Автокатализ. Индуцированные и сопряженные реакции. Перманганатометрия; определение железа(II), марганца (II), оксалатов. Иодометрия и иодиметрия; система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Дихроматометрия. Определение восстановителей.

2.4 Комплексонометрическое титрование

Комплексные соединения. Органические реагенты в аналитической химии. Реакции комплексообразования; признаки комплексных соединений; константы устойчивости; факторы, влияющие на устойчивость комплексов; органические реагенты; функционально-аналитические группы, их роль; влияние структуры органических реагентов на их свойства; важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе. Неорганические и органические титранты в комплексометрии; использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Селективность титрования и способы ее повышения. Особенности и принципы построения кривых комплексонометрического титрования; принцип действия и критерии выбора металлоиндикаторов.

Раздел 3. Равновесие в гетерогенных системах. Гравиметрия. Методы разделения и концентрирования

3.1 Равновесие в системе осадок-раствор.

Образование осадков. Количественные характеристики гетерогенного равновесия; условия осаждения и растворения осадков (кристаллических и аморфных); коллоидные системы, образование и свойства коллоидных частиц. Гравиметрический анализ. Основы метода гравиметрии; расчёты в гравиметрии; требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Виды и причины загрязнения осадков, способы их устранения; использование реакций осаждения в химическом анализе

3.2 Методы разделения и концентрирования.

Теоретические основы методов разделения и концентрирования; основные количественные характеристики; применение в химическом анализе. Экстракция. Теоретические основы, закон распределения; классификация экстракционных процессов; скорость экстракции; типы экстракционных систем; применение в химическом анализе.

3.3 Пробоотбор и пробоподготовка.

Представительность пробы; факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы; отбор проб гомогенного и гетерогенного состава, различной природы: твердых, жидких, газообразных. Способы подготовки проб к анализу: разложение проб методами растворения, сплавления, спекания, термического разложения. Примеры использования.

Раздел 4. Метрологические основы химического анализа

Статистическая обработка результатов количественного анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал-содержание. Способы

определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения.

Раздел 5. Хроматографические методы анализа

5.1 Теоретические основы хроматографических методов.

Классификация методов. Определение хроматографии; понятие о подвижной и неподвижной фазах; классификация методов по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по технике выполнения; способы получения хроматограмм; основное уравнение хроматографии.

5.2 Газовая хроматография.

Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография; сорбенты и носители, требования к ним; механизм разделения; схема газового хроматографа; колонки; основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

5.3 Жидкостная хроматография.

Нормально-фазовый и обращеннофазовый варианты; особенности ВЭЖХ; полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора; модифицированные силикагели как сорбенты; подвижные фазы и принципы их выбора.

5.4 Планарная хроматография, другие виды хроматографии.

Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения. Особенности ионообменной хроматографии; ионообменное равновесие; константа ионного обмена; коэффициент селективности; сорбционные ряды; выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии; сорбенты; общий, внешний и внутренний объемы колонки. Выражение коэффициента распределения и константы доступности. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования.

Раздел 6. Избранные приборные методы анализа и автоматизация аналитических определений

6.1 Атомно-эмиссионные, атомно-абсорбционные и другие приборные методы анализа.

Спектры атомов, основные и возбужденные состояния атомов, принципиальная схема атомноэмиссионного спектрометра; источники атомизации и возбуждения (атомизаторы); их основные характеристики. Физические и химические процессы в атомизаторах. Качественный и количественный анализ методом атомно-эмиссионной спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Принципиальная схема атомноабсорбционного спектрометра; атомизаторы (пламенные и непламенные); источники излучения, их характеристики. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомноэмиссионным методом. Метрологические характеристики. Обзор других приборных методов анализа, цели и особенности их применения. Введение в спектроскопические методы анализа. Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии. Люминесцентные методы. Методы рентгеновской спектроскопии. Масс-спектрометрия. Электрохимические методы

6.2 Автоматический и автоматизированный анализ.

Цели и задачи; проточные методы анализа: непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ; обзор приборных методов анализа; анализ промышленных, природных и биологических объектов.

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	– основные термины, понятия и методы качественного и количественного анализа;	+	+	+	+	+	
2	– теоретические основы методов анализа, применяемых в химии	+	+	+	+	+	
3	– приборное и материальное оформление методов анализа, применяемых в химии		+	+		+	+
	Уметь:						
4	– оценивать возможности методов, обосновано выбирать соответствующий метод для решения конкретной задачи;		+	+		+	+
5	– математически обрабатывать результаты исследования		+	+	+	+	+
	Владеть:						
6	– методологией подбора методов анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов		+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>Универсальные и Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>							
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК					
7	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	+	+	+	+	+
8	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	+	+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК					
9	ОПК-1 Способен анализировать и	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует	+	+	+	+	+

	интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.						
10	ОПК-2 Способен про-водить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного 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	Аналитическая химия, ее задачи и методы.	2
2	2	Основные типы реакций и процессов в аналитической химии.	2
3	2	Кислотно-основное равновесие и титрование.	2
4	2	Окислительно-восстановительное титрование.	2
5	2	Комплексонометрическое титрование	2
6	3	Равновесие в системе осадок-раствор	2
7	3	Методы разделения и концентрирования	2
8	3	Пробоотбор и пробоподготовка	2
9	4	Метрологические основы химического анализа	2
10	5	Теоретические основы хроматографических методов.	4
11	5	Газовая хроматография	2
12	5	Жидкостная хроматография	2
13	5	Планарная хроматография, другие виды хроматографии	2
14	6	Атомно-эмиссионные, атомно-абсорбционные и другие приборные методы анализа.	2
15	6	Автоматический и автоматизированный анализ.	2

6.2 Лабораторные занятия

. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Аналитическая химия*», а также дает знания о классических и современных методах аналитической химии.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 2 балла за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Качественный анализ. Идентификация смеси катионов в растворе и сухой соли	4
2	2	Кислотно-основное титрование. Определение содержания гидроксида и карбоната натрия в растворе.	4
3	2	Окислительно-восстановительное титрование. Определение содержания Fe^{2+} в растворе методами перманганато- и хроматометрии (по выбору преподавателя). или определение содержания Cu^{2+} йодометрическим методом.	4
4	2	Комплексонометрическое титрование. Определение содержания ионов металлов (по выбору преподавателя) в растворе.	4

5	5	Газовая хроматография. Определение содержания микропримесей в этиловом спирте методом газовой хроматографии.	4
6	5	Высокоэффективная жидкостная хроматография (задача по выбору преподавателя).	6
7	5	Ионообменная хроматография. Определение содержания Cu^{2+} и Fe^{3+} в растворе после их разделения методом ионообменной хроматографии.	6
8	6	Оптические методы анализа. Спектрофотометрическое определение содержания La^{3+} в растворе по реакции с арсеназо-3.	6
9	6	Электрохимические методы анализа. Ионметрия. Определение содержания фторид-ионов в растворе методом стандартных добавок.	6
10	6	Электрохимические методы анализа. Потенциометрическое титрование. Определение общей щелочности воды.	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена (3 семестр) и лабораторного практикума (3 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая программа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (Контрольная работа №1 по разделам 1-3, Контрольная работа №2 по разделам 4-6). Максимальная

оценка за контрольные работы 1 и 2 (3семестр) составляет 40 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

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

Вопрос 1.1.

Рассчитайте общую концентрацию оксалата натрия, обеспечивающую равновесную концентрацию оксалат-иона $2 \cdot 10^{-3}$ М при pH 3,00. Для $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: $K_{a,1} = 5,6 \cdot 10^{-2}$, $K_{a,2} = 5,4 \cdot 10^{-5}$

Вопрос 1.2.

На титрование раствора NaOH, содержащего 4% Na_2CO_3 , в присутствии метилового оранжевого (pT=4,0) израсходовали 25,00 мл стандартного раствора HCl. Какой объем титранта пойдет на титрование этого же раствора NaOH в присутствии фенолфталеина (pT=9,0)? Для H_2CO_3 : $K_{a,1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$, $K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$.

Вопрос 1.3.

Рассчитайте константу равновесия реакции между ионами IO_3^- и I^- в растворе, в котором потенциал водородного электрода равен -0.30 В. При каком значении pH реакция не происходит ($K \leq 1$)? $E_{\text{IO}_3^-/\text{I}_2}^0 = 1.17$, $E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = 0.54$

Вопрос 1.4

В растворе нужно определить содержание железа (III) и хрома (III). Как это сделать, имея в распоряжении стандартный раствор перманганата калия, серебряный и цинковый редуторы? $E_{\text{AgCl}/\text{Ag}}^0 = 0.22$, $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.76$, $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0.77$, $E_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}}^0 = -0.4$ В.

Вопрос 1.5.

Ионы серебра, содержащиеся в 25,00 мл пробы, превратили в цианидный комплекс, добавив избыток раствора $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$. На титрование выделившихся ионов никеля израсходовали 43,70 мл 0,0240 М раствора ЭДТА. Напишите уравнения реакций и рассчитайте концентрацию (г/л) серебра в растворе пробы. Мол. масса Ag – 107,86

Вопрос 1.6.

В 100 мл 0,01 М HNO_3 растворяется $4,00 \cdot 10^{-5}$ г Hg_2Cl_2 . Рассчитайте концентрацию ртути г/л в насыщенном растворе Hg_2Cl_2 в присутствии 0,001 М HCl. Мол. массы: Hg_2Cl_2 - 472,09; Hg - 200,59

Вопрос 1.7.

К раствору, содержащему 0,01753г NaCl в литре, прибавили равный объем раствора Ag_2SO_4 , полученного десятикратным разбавлением насыщенного раствора. Выпадет ли осадок? Ионной силой пренебречь. $K_s^0 = \{\text{Ag}_2\text{SO}_4\} = 1,46 \cdot 10^{-5}$; $K_s^0 \{\text{AgCl}\} = 1,8 \cdot 10^{-10}$; мол. масса NaCl – 58,44.

Вопрос 1.8.

Изучено распределение кислоты HA между равными объемами воды и нитробензола. Константа распределения кислоты равна 10^3 , а коэффициент распределения при pH 6 – 10^2 . Рассчитайте константу диссоциации кислоты ($K_{a,\text{HA}}$). Нарисуйте кривую распределения кислоты и укажите интервал pH, в котором константа распределения равна коэффициенту распределения.

Вопрос 1.9.

Почему растворимость свежесосажденных и постоявших в растворах осадков различается?

Вопрос 1.10.

От каких факторов зависит степень извлечения вещества при экстракции?

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

Вопрос 2.1.

На хроматограмме получены пики при 0,84 мин (неудерживаемый компонент А), при 10,60 мин (компонент В) и 11,08 мин (компонент С). Ширина пиков В и С соответствует 0,56 и 0,59 мин соответственно. Длина колонки - 28,3 см, объем стационарной фазы - 12,3 мл, подвижной фазы - 17,6 мл. Рассчитайте: а) число теоретических тарелок колонки; б) высоту, эквивалентную теоретической тарелке, и укажите, что характеризует эта величина; в) коэффициент удерживания для компонентов В и С; г) коэффициенты распределения компонентов В и С; д) коэффициент селективности и разрешение пиков компонентов В и С. Нарисуйте хроматограмму.

Вопрос 2.2.

При разделении на хроматографической колонке с объемом неподвижной фазы 1,5 мл и объемом удерживания неудерживаемого компонента 2,5 мл, соединения А и В имеют коэффициенты распределения 5,0 и 15,0 соответственно. Эффективность колонки - 20 теоретических тарелок. Рассчитайте, будет ли полным разделение веществ А и В. Какова должна быть эффективность колонки, чтобы получить 6 σ -разделение компонентов А и В?

Вопрос 2.3.

Стандартные отклонения хроматографического пика, связанные с некоторыми факторами размывания, составляют 0,0041; 0,0011; 0,0091 и 0,0470 см. Вычислите: а) стандартное отклонение ширины пика; б) эффективность колонки (Н, мкм) длиной 15 см; в) число 13 теоретических тарелок, необходимое для 4 σ -разделения двух веществ, если коэффициент селективности равен 1,03.

Вопрос 2.4.

Определите удерживаемый объем н-пентанола, если при 77°C и скорости потока газ-носителя 90 мл/мин на сорбенте Chromaton N AW DMCS, покрытом Carbowax 1500, получены следующие времена удерживания спиртов: метанол - 72,3 с; этанол - 126 с; бутанол - 509 с. Пик неудерживаемого компонента появляется на хроматограмме через 30 с.

Вопрос 2.5.

Нарисуйте схему потокораспределительной системы для проточно-инжекционного анализа. В чем его сущность?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

1. Аналитическая химия. Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа

2. Метрологические основы химического анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал/содержание. Соотношение аналитический сигнал/шум. Контрольный опыт. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Проверка правильности анализа. Стандартные образцы. Случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.

3. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.
4. Основные типы реакций и процессов в аналитической химии. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
5. Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.
6. Реакции комплексообразования. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественная характеристика реакций комплексообразования: константа устойчивости. Ступенчатое комплексообразование. Использование комплексных соединений для разделения, концентрирования, маскирования, обнаружения, определения элементов.
7. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы и их потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.
8. Реакции осаждения в аналитической химии. Константы равновесия реакций осаждения. Растворимость осадков. Факторы, влияющие на растворимость. Образование осадков. Кристаллические и аморфные осадки, условия осаждения. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения. Приемы, способствующие получению чистых осадков.
9. Методы разделения и концентрирования. Основы экстракции как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции. Методы разделения элементов, основанные на осаждении неорганическими и органическими реагентами. Использование соосаждения для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы.
10. Хроматографические методы. Принципы и классификация. Хроматограммы и способы их получения. Основные теоретические положения и характеристики методов. Газовая хроматография. Требования к стационарным и подвижным фазам. Примеры практического применения. Жидкостная хроматография. Требования к стационарным и подвижным фазам. Ионная хроматография. Бумажная и тонкослойная хроматография. Принципы методов. Примеры практического применения.
11. Гравиметрические методы. Сущность. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения.
12. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Кислотноосновные индикаторы. Погрешности метода кислотно-основного титрования. Титрование смесей кислот и оснований. Титрование в неводных средах.
13. Комплексонометрическое титрование. Преимущества аминополикарбоновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним. Способы титрования (прямой, обратный, вытеснительный, косвенный).

Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).

14. Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала, способы обнаружения конечной точки титрования. Перманганатометрическое, бихроматометрическое, иодометрическое титрование. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Примеры практического применения.

15. Атомно-эмиссионный метод. Источники возбуждения и атомизации. Физико-химические процессы в плазме. Качественный и количественный анализ. Области применения, метрологические характеристики методов.

16. Атомно-абсорбционный метод. Основные принципы. Использование пламен для атомизации вещества. Физико-химические процессы в пламенах. Непламенные методы атомизации. Селективность и чувствительность метода. Примеры практического применения.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Аналитическая химия*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»
	Аналитическая химия
Билет № 1 1. Метрологические основы химического анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал/содержание. Соотношение аналитический сигнал/шум. Контрольный опыт. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Проверка правильности анализа. Стандартные образцы. Случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа. 2. Атомно-эмиссионный метод. Источники возбуждения и атомизации. Физико-химические процессы в плазме. Качественный и количественный анализ. Области применения, метрологические характеристики методов.	

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Основы аналитической химии. В двух книгах /под ред. Ю.А. Золотова/. М.: Высш. шк., 2012.
2. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Учебник для вузов/ Под ред. О.М. Петрухина,- 2-ое изд., стереотипное, исправленное, -М.: ООО Путь, ООО ИД АЛЬЯНС, 2017.
3. Основы аналитической химии. Задачи и упражнения /под ред. Ю.А. Золотова/. М.: Высш. шк., 2020.
4. Задания по аналитической химии, уч. пособие / Е.В. Крылова, 2-ое изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 112 с.
5. Задания по аналитической химии, уч. пособие / Е.В. Крылова, Е.Г. Шалимова 3-ье изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 152 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кузнецов В.В. Аналитические реакции для идентификации ионов элементов в растворах. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. -163 с.
2. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 1997. 424 с
3. Ю.Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. Справ. изд. – М.:Химия, 1989. – 448 с.
4. Кузнецов В.В. Применение органических аналитических реагентов в анализе неорганических веществ. Учебн. пособие. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1972. – 145 с.
5. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ. М.: Химия, 1979. 624 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <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://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <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
- <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 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 «*Аналитическая химия*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Оборудованная лаборатория: аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ», рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, рН-метр-милливольтметр рН-420; стандарт-титр рН метрия общая ООО «ХИМТИТРЫ», лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124C, весы электронные аналитические MB-210A, весы аналитические AND HR-

100AG, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, весы порционные AND HT-500 (500г, 0,1г, внешняя калибровка), весы Citizen Scale CY-224; колба нагреватель КН-500 Stegler, мешалка магнитная STEGLER HS с подогревом, спектрофотометр однолучевой СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевой СФ-102 с разделением светового потока иономер И-510, шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; шкаф сушильный (тип 2) ШС-40-02 СПУ мод. 2204, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202, шкаф сушильный (тип 3) ШС-80-02 СПУ мод. 2208 жидкостной циркуляционный термостат ВТ10-1 (+20...+100 °С), термостат жидкостной LOIP LT 124a; ВТ3-1 (+20...+100 °С); ВТ5-1 (+20...+100 °С) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л.; электрическая плита IRIT IR-8004 IRIT; столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 Stegler, сушилка для пробирок (тип 1) 0362А (полипропилен) Stegler, сушилка для пробирок (тип 2) 0362В (полипропилен) Stegler.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Аналитическая химия, ее задачи и методы.	<i>Знает:</i> – основные термины и понятия аналитической химии, виды и этапы анализа; – место аналитической химии в системе химических наук и промышленности;	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)
Раздел 2. Виды химического равновесия. Титриметрические методы	<i>Знает:</i> – типы химических реакций в растворах и устанавливаемые равновесия, используемые в аналитической химии – теоретические основы различных методов титрования <i>Умеет:</i> – применять различные методы титрования, строить кривые титрования и рассчитывать концентрации <i>Владеет:</i> – Современными представлениями о титриметрических методах	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за лабораторный практикум (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)
Раздел 3. Равновесие в гетерогенных системах. Гравиметрия. Методы разделения и концентрирования	<i>Знает:</i> – основы метода и расчеты в гравиметрии – теоретические основы методов разделения и концентрации – способы отбора представительной пробы <i>Умеет:</i> – рассчитывать количественные характеристики гетерогенного равновесия – обосновывать подбор экстракционных систем <i>Владеет:</i> – Современными представлениями о методах разделения, концентрирования и гравиметрии	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)

Раздел 4. Метрологические основы химического анализа	<i>Знает:</i> – основные термины, понятия и законы метрологии применительно к химическому анализу – основы обработки результатов количественного анализа	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (3 семестр)
Раздел 5. Хроматографические методы анализа	<i>Знает:</i> – основы метода и расчеты в хроматографии – виды хроматографии и их приборное оформление <i>Умеет:</i> – обосновывать подбор сорбентов, носителей и детекторов <i>Владеет:</i> – Современными представлениями о хроматографических методах анализа	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (3 семестр)
Раздел 6. Избранные приборные методы анализа и автоматизация аналитических определений	<i>Знает:</i> – сферы применений приборных методов анализа – принцип действия, достоинства и недостатки автоматизированных методов анализа – методы анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (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 – 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

**«Аналитическая химия»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия**

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Высшая математика»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

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

доцентом кафедры высшей математики, к.п.н. М.А Меладзе,

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

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия**, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение пяти семестров.

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

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

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

Дисциплина **«Высшая математика»** преподается в 1-5 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1 Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1 Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

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

уметь:

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;

- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

владеть:

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

3. ОБЪЕМ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы			Семестр									
	Всего		1		2		3		4		5	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	540	3	108	3	108	3	108	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,8	352	2,7	96	1,78	64	1,78	64	1,78	64	1,78	64
Лекции	4,9	176	1,35	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	4,9	176	1,35	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	3,2	116	0,3	12	0,22	8	0,22	8	1,22	44	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	3,2	1,2	0,3	0,4	0,22	0	0,22	0	1,22	0,4	1,22	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		114,8		11,6		8		8		43,6		43,6
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+					+	+	+	+
Вид контроля – Экзамен	2	72			1	36	1	36				
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4				
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6				
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

Вид учебной работы			Семестр									
	Всего		1		2		3		4		5	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	405	3	81	3	81	3	81	3	81	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,8	265	2,7	73	1,78	48	1,78	48	1,78	48	1,78	48
Лекции	4,9	132,5	1,35	36,5	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	4,9	132,5	1,35	36,5	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	3,2	86	0,3	8	0,22	6	0,22	6	1,22	33	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	3,2	0,9	0,3	0,3	0,22	0	0,22	0	1,22	0,3	2,22	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		85,1		7,7		6		6		32,7		32,7
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+					+	+	+	+
Вид контроля – Экзамен	2	54			1	27	1	27				
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6			1	0,3	1	0,3				
Подготовка к экзамену.		53,4				26,7		26,7				
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практи- ческие занятия	Самостоя- тельная работа
1 СЕМЕСТР					
	Раздел 1. Элементы алгебры	30	14	14	2
1.1	Числовые множества, комплексные числа. Элементы векторной алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	15	7	7	1
1.2	Матрицы. Теорема Кронекера - Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы матрицы. Квадратичные формы.	15	7	7	1
	Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.	18	6	6	6
2.1	Элементарные функции. Предел функции в точке и на бесконечности.	6	2	2	2
2.2	Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах.	6	2	2	2
2.3	Непрерывность функции в точке и на промежутке.	6	2	2	2
	Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	30	14	14	2
3.1	Производная функции. Уравнения касательной и нормали.	8	4	4	0
3.2	Дифференциал функции. Производная сложной функции.	7	3	4	1
3.3	Основные теоремы дифференциального исчисления. Производные высших порядков.	7	4	3	1
3.4	Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функций и построение их графиков.	8	4	4	0
	Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	30	14	14	2
4.1	Первообразная функции. Неопределенный интеграл и его свойства.	10	5	4	1
4.2	Методы интегрирования.	10	4	5	1

4.3	Определенный интеграл, его геометрический смысл. Приложения определенного интеграла.	10	5	5	0
	ИТОГО	108	48	48	12
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	108	48	48	12

2 СЕМЕСТР					
	Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Элементы теории поля	22	10	10	2
5.1	Функции двух и более переменных. Предел функции в точке. Частные производные. Дифференцируемость функции.	8	3	4	1
5.2	Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции, заданной неявно.	7	3	4	0
5.3	Производная по направлению. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных.	7	4	2	1
	Раздел 6. Дифференциальные уравнения первого порядка.	22	10	10	2
6.1	Дифференциальные уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения (ДУ) с разделяющимися переменными.	6	3	2	1
6.2	Однородные уравнения I-го порядка.	5	2	3	0
6.3	Линейные уравнения I-го порядка. Уравнения Бернулли.	6	2	3	1
6.4	Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.	5	3	2	0
	Раздел 7. Дифференциальные уравнения второго порядка.	22	10	10	2
7.1	Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ и ЛНДУ).	6	2	3	1
7.2	Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система ЛОДУ второго порядка.	5	3	2	0
7.3	ЛОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами. ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.	6	2	3	1

7.4	Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.	5	3	2	0
	Раздел 8. Системы дифференциальных уравнений.	6	2	2	2
8.1	Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера.	3	1	1	1
8.2	Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Создание математических моделей.	3	1	1	1
	ИТОГО	72	32	32	8
	Экзамен	36			
	ИТОГО	108	32	32	8

3 СЕМЕСТР					
	Раздел 9. Кратные интегралы	24	10	12	2
9.1	Двойной интеграл. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.	8	3	4	1
9.2	Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла.	8	3	4	1
9.3	Тройной интеграл. Вычисление тройного интеграла. Приложения тройного интеграла.	8	4	4	0
	Раздел 10. Криволинейные и поверхностные интегралы.	24	10	10	4
10.1	Криволинейный интеграл по координатам. Приложения криволинейного интеграла.	8	3	4	1
10.2	Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру.	8	3	4	1
10.3	Поверхностный интеграл. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.	8	4	2	2
	Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	24	12	10	2
11.1	Числовые ряды. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд, признак Лейбница.	6	2	3	1

11.2	Функциональные ряды. Степенные ряды, теорема Абеля. Свойства степенных рядов.	6	2	3	1
11.3	Ряды Тейлора и Маклорена. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена.	6	4	2	0
11.4	Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов.	6	4	2	0
	ИТОГО	72	32	32	8
	Экзамен	36			
	ИТОГО	108	32	32	8

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

13.3	Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень значимости. Выбор критерия для проверки гипотезы.	13	4	4	5
13.4	Элементы теории корреляции. Коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционный момент k_{xy} - их оценки по выборочным данным. Уравнения линейной регрессии.	14	4	4	6
	ИТОГО	108	32	32	44
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	108	32	32	44

5 СЕМЕСТР					
	Раздел 14 Ряды Фурье.	36	11	11	14
14.1	Периодические функции и их свойства. Ортогональные и ортонормированные системы функций.	18	6	5	7
14.2	Разложение в ряд Фурье непериодической функции. Разложение в ряд Фурье функции, определенной на произвольном промежутке.	18	5	6	7
	Раздел 15. Дифференциальные уравнения в частных производных (УЧП) 1-го порядка.	36	11	10	15
15.1	Основные понятия, связанные с уравнениями в частных производных (УЧП). Использование УЧП при создании математических моделей.	12	4	3	5
15.2	ЛОДУ 1-го порядка, теорема о структуре его общего решения. ЛНДУ 1-го порядка и теорема об общем интеграле этого уравнения.	12	4	3	5
15.3	Решение задачи Коши.	12	3	4	5
	Раздел 16 Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 2-го порядка.	36	10	11	15
16.1	Классификация уравнения 2-го порядка и приведение их к каноническому виду. Основные задачи для УЧП, понятия корректности задачи.	9	3	2	4
16.2	Уравнения гиперболического типа.	9	2	3	4
16.3	Уравнения параболического типа.	9	3	2	4
16.4	Уравнения эллиптического типа.	9	2	3	3
	ИТОГО	108	32	32	44
	Зачет с оценкой				

	ИТОГО	108	32	32	44

4.2. Содержание разделов дисциплины

1 СЕМЕСТР

Раздел 1. Элементы алгебры.

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

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

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

Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.

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

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.

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

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

- 5.1. Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с

непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная.

- 5.2. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала.
- 5.3. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения, необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

Раздел 6. Дифференциальные уравнения первого порядка.

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

Раздел 7. Дифференциальные уравнения второго порядка.

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

Раздел 8. Системы дифференциальных уравнений.

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

3 СЕМЕСТР

Раздел 9. Кратные интегралы.

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

Раздел 10. Криволинейные и поверхностные интегралы.

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

Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

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

4 СЕМЕСТР

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

- 12.1. Случайные, достоверные и невозможные события. Виды случайных событий: совместные и несовместные, противоположные события. Алгебра событий: сумма, произведение событий. Элементарные события (исходы). Классическое определение вероятности. Свойства вероятности случайного события.

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

Раздел 13. Математическая статистика.

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

5 СЕМЕСТР

Раздел 14. Ряды Фурье.

- 14.1. Периодические функции и их свойства. Ортогональность тригонометрической системы функций на отрезке $[-l; l]$. Тригонометрический ряд и ряд Фурье. Ряд Фурье для непериодической функции.
- 14.2. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций. Гармонический анализ. Преобразование Фурье.

Раздел 15. Дифференциальные уравнения в частных производных (УЧП) 1-го порядка.

- 15.1. Дифференциальные уравнения в частных производных: основные понятия. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка. Использование УЧП при создании математических моделей.

15.2. ЛОДУ 1-го порядка, теорема о структуре его общего решения. ЛНДУ 1-го порядка и теорема об общем интеграле этого уравнения.

15.3. Решение задачи Коши.

Раздел 16. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.

- 16.1. Классификация линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка. Приведение уравнений к каноническому виду. Физический смысл линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка. Основы математического моделирования природных процессов. Задача Коши для уравнения гиперболического типа. Физическая и геометрическая интерпретация метода характеристик. Смешанная задача для уравнений гиперболического и параболического типов, ее физический смысл.
- 16.2. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения гиперболического типа.
- 16.3. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения параболического типа.
- 16.4. Уравнения эллиптического типа. Гармонические функции и их свойства. Решение краевых задач.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ

[illegible]

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1 Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1 Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

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

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

2 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	5.1	Практическое занятие 1. Частные производные функции 2-х и 3-х переменных. Полный дифференциал функции 2-х переменных.	2
2.	5.1	Практическое занятие 2. Производные сложной функции. Полная производная. Дифференцирование функции, заданной неявно.	2
3.	5.2	Практическое занятие 3. Частные производные и дифференциалы высших порядков.	2
4.	5.2	Практическое занятие 4. Производная по направлению и градиент.	2
5.	5.3	Практическое занятие 5. Экстремум функции 2-х переменных. Условный экстремум.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	6.1	Практическое занятие 6. Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными.	2
8.	6.2	Практическое занятие 7. Решение однородных дифференциальных уравнений I-го порядка.	2
9.	6.3	Практическое занятие 8. Решение линейных дифференциальных уравнений Бернулли.	2
10.	6.4	Практическое занятие 9. Уравнения в полных дифференциалах и допускающих интегрирующий множитель вида $\mu(x)$ и $\mu(y)$.	2
11.		Контрольная работа № 2	2
12.	7.1	Практическое занятие 10.	2

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

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

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

4 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	12.1	Практическое занятие 1. Решение задач по комбинаторике.	2
2.	12.1	Практическое занятие 2. Действия над событиями. Классическое определение вероятности события, вычисление вероятности случайного события.	2
3.	12.2	Практическое занятие 3. Вычисление вероятностей случайных событий с помощью теорем вероятностей: суммы и произведения событий, противоположных событий.	2
4.	12.2	Практическое занятие 4. Теорема полной вероятности. Формула Байеса.	2
5.	12.3	Практическое занятие 5. Повторные события. Формула Бернулли. Локальная и интегральная формула Лапласа. Формула Пуассона.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	12.4	Практическое занятие 6. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Биномиальный закон распределения д.с.в. Закон Пуассона.	2
8.	12.5	Практическое занятие 7. Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Равномерный закон распределения н.с.в.	2
9.	12.5	Практическое занятие 8. Нормальный закон распределения н.с.в.: нахождение функции $F(x)$ по данной $f(x)$ и наоборот, числовые	2

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

5 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	14.1	Практическое занятие 1. Повторение: числовой ряд, степенной ряд, ряд Тейлора. Разложение в ряд Фурье периодической функции в интервале $[-l, l]$.	2
2.	14.2	Практическое занятие 2. Разложение в ряд Фурье непериодической функции. Разложение только по косинусам или только по синусам.	2
3.	15.1 15.2	Практическое занятие 3. Решение простейших УРЧП. Решение ЛОДУ 1-го порядка.	2

4.	15.2 15.3	Практическое занятие 4. Решение ЛНДУ 1-го порядка. Решение задачи Коши.	2
5.		Контрольная работа № 1	2
6.	16.1	Практическое занятие 5. Классификация уравнений 2-го порядка.	2
7.	16.1	Практическое занятие 6. Приведение линейных уравнений 2-го порядка к каноническому виду.	2
8.	16.2	Практическое занятие 7. Решение задачи Коши для уравнения гиперболического типа.	2
9.	16.2	Практическое занятие 8. Задача Штурма-Лиувилля.	2
10.	16.2	Практическое занятие 9. Метод Фурье решения смешанной задачи для волнового уравнения.	2
11.		Контрольная работа № 2	2
12.	16.3	Практическое занятие 10. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности.	2
13.	16.3	Практическое занятие 11. Решение методом разложения по собственным функциям смешанной задачи для неоднородного уравнения параболического типа.	2
14.	16.4	Практическое занятие 12. Метод решения задачи Дирихле для прямоугольника и для круга.	2
15.	16.4	Практическое занятие 13. Метод функции Грина.	2
16.		Контрольная работа № 3	2
Итого	32 часа		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (2 и 3 семестры), *зачета с оценкой* (1, 4, 5 семестры) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: 3 контрольные работы в 1 семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу 20 баллов); 3 контрольные работы во 2 семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу 20 баллов); 3 контрольные работы в 3 семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу 20 баллов); 3 контрольные работы в 4 семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу 20 баллов), 3 контрольные работы в 5 семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу 20 баллов). Максимальная оценка текущей работы в 1, 2, 3, 4 и 5 семестрах составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов завершается контролем его освоения в форме зачета с оценкой в 1, 4 и 5 семестрах (максимальная оценка 40 баллов), экзаменов во 2 семестре (максимальная оценка 40 баллов) и в 3 семестре (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 15 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-15 (1-5 семестр) составляет 20 баллов за каждую работу.

1 СЕМЕСТР

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

Вариант 1.

- 1) Решить систему уравнений методом Крамера:
- $$\begin{cases} x + 2y + 3z = 5 \\ 2x - y - z = 1 \\ x + 3y + 4z = 6 \end{cases}$$
- 2) С помощью обратной матрицы A^{-1} решить матричное уравнение $AX=B$ и сделать проверку:
- $$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Вычислить пределы:

- 3). $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - 5x + 3}{\sqrt{x+8} - 3}$ 4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{1 - \cos 8x}$ 5) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+5}{x+2} \right)^{3x}$

Вариант 2.

- 1) Даны вершины тетраэдра $ABCD$: $A(2; -1; 2)$, $B(1; 2; -1)$, $C(3; 2; 1)$, $D(-4; 2; 5)$. Найти объем тетраэдра и высоту, опущенную из вершины D .
- 2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_4 = 4 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 7 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 + x_4 = -3 \\ 5x_1 - 3x_3 + x_4 = 11 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

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

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

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

Вариант 3.

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

2) С помощью обратной матрицы A^{-1} решить матричное уравнение $XA=B$ и сделать проверку:

$$A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -4 & 7 \\ -7 & 11 \end{pmatrix}.$$

Вычислить пределы:

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

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

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

Вариант 4.

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

2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 - 2x_4 = 7 \\ 2x_1 + 3x_2 - x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 = -7 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

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

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

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

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

Вариант 1

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

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

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

4. Вычислить пределы по правилу Лопитала:

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

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

5. Показать, что функция $y = e^{-x} \sin 3x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 2y' + 10y = 0$.

Вариант 2

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \operatorname{tg} 2x \cdot \ln \frac{1}{x} + \frac{\arcsin \sqrt{x}}{x} + 3x^2$
2. Найти $y'(1)$, $y''(1)$ для $y = \frac{\ln x}{x^3}$
3. Тело движется по закону: $x(t) = \frac{2t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 3t$ вдоль оси Ox . Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.
4. Вычислить пределы по правилу Лопиталя:
а. $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\cos 3x - \cos x}{\operatorname{tg}^2 2x}$ б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{7^{2x} - 5^{3x}}{2x - \operatorname{arctg} 3x}$
5. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 5x^2 - 2x + 3$, параллельной прямой $y = 5 - 12x$.

Вариант 3

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \log_2 \frac{\cos x}{x} - 3^{\arcsin \frac{1}{x}} + x \cdot \sin(2x - 3)$
2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = (4x + 3) \cdot e^{-x}$
3. $y = \frac{\frac{3}{\sqrt{2x}} - 3 \operatorname{arctg} 4x}{\ln(3x + 2)}$; $dy = ?$
4. Вычислить пределы по правилу Лопиталя:
а. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{arctg}(x^2 - 2x)}{\sin(3\pi x)}$ б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 10x}{e^{x^2} - 1}$
5. Показать, что функция $y = 3e^{2x} \cdot \cos 5x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' - 4y' + 29y = 0$.

Вариант 4

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = x \cdot \ln \left(\operatorname{tg} \frac{x}{2} \right) - 3^{\cos \frac{\pi x}{2}} + \sqrt{\frac{x-1}{x+1}}$
2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = e^x \cdot \sin 2x$
3. Точка движется по прямой по закону: $S(t) = 5t^2 - 10t + 1$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t = 2$.
4. Вычислить пределы по правилу Лопиталя:
а. $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2^{\sin \pi x} - 1}{\ln(x^3 - 6x - 8)}$ б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4^x - 2^{7x}}{\operatorname{tg} 3x - x}$
5. В каких точках касательная к графику функции $y = x^3 - 12x^2 + 36x - 1$ параллельна оси Ox .

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

Вариант 1.

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

Вычислить интегралы:

2. $\int (3-x) \sin \frac{x}{2} dx$;
3. $\int \cos^3 3x \cdot \sin^7 3x dx$;
4. $\int \frac{3x^2 + x - 6}{x^3 + 2x^2} dx$;
5. $\int_{-1}^7 \frac{5-2x}{\sqrt{x+2}} dx$.

Вариант 2.

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

Вычислить интегралы:

2. $\int (3x - 4) \cos 6x dx$;
3. $\int \cos^3 \frac{x}{2} \cdot \sin^6 \frac{x}{2} dx$
4. $\int \frac{x^2 - 3x - 7}{(x-2)(x^2+5)} dx$.
5. $\int_{-1}^2 \frac{2x+1}{\sqrt{x+2}} dx$

Вариант 3.

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

Вычислить интегралы:

2. $\int (8x^3 - 6x^2 + x) \ln x dx$;
3. $\int \operatorname{ctg}^2 5x dx$;
4. $\int \frac{5x^2 - 2x + 1}{(3x+1)(x^2+1)} dx$.
5. $\int_0^3 \frac{dx}{2 + \sqrt{x+1}}$.

Вариант 4.

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

Вычислить интегралы:

2. $\int (2x+1)e^{4x} dx$;
3. $\int \cos^4 2x \cdot \sin^5 2x dx$;
4. $\int \frac{2x^2 + 3x - 12}{x^3 - 4x^2} dx$.
5. $\int_4^9 \frac{\sqrt{x}}{1 - \sqrt{x}} dx$

2 СЕМЕСТР

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

Вариант 1.

1. Найти dz если $z = \frac{\operatorname{tg}^3 3x}{\sqrt{y}}$
2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \ln(e^x - e^y)$, где $y = \operatorname{ctg} 5x$.
3. Найти производную функции $u = \operatorname{arctg} \frac{xy}{z}$ в точке $M(1;2;2)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(2;3;-3)$
4. Найти $\operatorname{grad} u$ в точке $M(1;0;-3)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2) + xyz$
5. Найти экстремумы функции $z = -3x + xy - x^2 + 3y - y^2 + 1$

Вариант 2.

1. Найти du в точке $M(2;-1;2)$ если $u = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + zx$
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = x^2 \ln y$, где $x = \frac{u}{v}$, $y = 3u - 2v$.
3. Найти производную функции $u = \frac{\cos^2 y}{5x - 2z}$ в точке $M(1; \frac{\pi}{4}; 2)$ в направлении составляющем равные острые углы с осями координат.
4. Найти величину наибольшей скорости изменения функции $u = x^2 + 2y^2 + 3z^2 - 3x - 2y - 6z$ в точке $M(1;1;1)$.
5. Найти экстремумы функции $z = 6x - 4y - x^2 - y^2 + 10$

Вариант 3.

1. Найти dz если $z = \operatorname{arctg} \sqrt{x^y}$.
2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \operatorname{tg} \frac{\sqrt{2y}}{x}$, где $y = 5^{-x}$.
3. Найти производную функции $u = \frac{3z}{x^2 + y^2 + z^2}$ в точке $M(1;-1;1)$ в направлении вектора $2\vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$.
4. Найти $\operatorname{grad} u$ в точке $M(1;1;-2)$ его длину и направление, если $u = \ln(2x + y) + x^3 y z^2$.
5. Найти экстремумы функции $z = x^2 + xy + y^2 - 6x - 9y$.

Вариант 4.

1. Найти dz если $z = \ln(y + \sqrt{x^2 + y})$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = \sin^2(2x + 3y)$, где $x = \frac{u+1}{v}$, $y = u \cos v$.

3. Найти производную функции $u = e^{3x - \sin \pi y}$ в точке $M(-1;0)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(3;4)$.
4. Найти gradu в точке $M(2;2;1)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2 - z^2 + 1)$.
5. Найти экстремумы функции $z = 4x - 4y - x^2 - y^2$.

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

Вариант № 1

- 1) $(\sqrt{xy} - x)dy + ydx = 0, y(1) = 1$
- 2) $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos^3 x}$
- 3) $(e^x \sin y + x)dx + (e^x \cos y + y)dy = 0$
- 4) $2x + 2xy^2 + \sqrt{2 - x^2} y' = 0$
- 5) $(1 - x^2 y)dx + x^2(y - x)dy = 0$

Вариант № 3

- 1) $xy' - y + \sqrt{x^2 + y^2} = 0, y(1) = 0$
- 2) $xy' + y - e^x = 0$
- 3) $\frac{3x^2}{\sqrt{y}} dx + \left(\ln y - \frac{x^3}{2\sqrt{y^3}} \right) dy = 0$
- 4) $(1 + e^x)yy' = e^x$
- 5) $(x^2 \cos x - y)dx + xdy = 0$

Вариант № 2

- 1) $y' = \frac{xe^x + y}{x}, y(1) = 0$
- 2) $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$
- 3) $\frac{y}{x} dx + (y^3 + \ln x) dy = 0$
- 4) $2xdx - ydy = yx^2 dy - xy^2 dx$
- 5) $(2e^x + y^4)dy - ye^x dx = 0$

Вариант № 4

- 1) $y' = \frac{x + y}{x - y}, y(1) = 0$
- 2) $xy'(x - 1) + y = x^2(2x - 1)$
- 3) $(x \cos 2y + 1)dx - x^2 \sin 2y dy = 0$
- 4) $3(x^2 y + y)dy + \sqrt{2 + y^2} dx = 0$
- 5) $(y + \ln x)dx - xdy = 0$

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

Вариант № 1

1. $4y^3 y'' = y^4 - 1; y(0) = \sqrt{2}; y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}$.
2. $y'' x \ln x = y'$
3. $y'' - 4y' + 4y = -e^{2x} \sin 6x$
4. $y'' - 2y' + y = e^x \ln x$

$$5. \begin{cases} x' = x - 3y, \\ y' = 3x + y. \end{cases}$$

Вариант № 2

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

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

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

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

$$5. \begin{cases} x' + x - 8y = 0, \\ y' - x - y = 0. \end{cases}$$

Вариант № 3

$$1. y'' \cdot y^3 + 49 = 0, y(3) = -7; y'(3) = -1.$$

$$2. y'' \cdot \operatorname{ctg} 2x + 2y' = 0$$

$$1. y'' + 2y' = 6e^x (\sin x + \cos x);$$

$$2. y'' - 2y' + y = 3e^x \sqrt{x-1}.$$

$$3. \begin{cases} x' = -7x + y, \\ y' = -5y - 2x. \end{cases}$$

Вариант № 4

$$1. y'' + 8 \sin y \cdot \cos^3 y = 0, y(0) = 0; y'(0) = 2.$$

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

$$3. y'' + 3y' + 2y = (1 - 2x)e^{-x}$$

$$4. y'' + 16y = \operatorname{ctg} 4x$$

$$5. \begin{cases} x' = 2y - 3x, \\ y' = y - 2x. \end{cases}$$

3 СЕМЕСТР

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

Вариант 1

Изменить порядок интегрирования:

$$1. \int_{-1}^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2} f(x; y) dy.$$

$$2. \int_1^e dy \int_{\ln y}^{e+1-y} f(x, y) dx$$

Вычислить:

3. $\iint_D (2x - y) dx dy, \quad D: y = x^2; y = x; x = 2.$
4. $\iint_D \left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \geq \pi; x^2 + y^2 \leq 4\pi; y \geq 0; y \leq x.$
5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y^2 = 1; y + 2x + 1 = 0.$

Вариант 2

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_{-1}^1 dy \int_{y^2-1}^{1-y^2} f(x; y) dx.$
2. $\int_0^1 dx \int_{2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3. $\iint_D (x - y) dx dy, \quad D: y = 2 - x^2; y = 2x - 1; x \geq 0.$
4. $\iint_D \frac{dx dy}{x^2 + y^2 + 1}, \quad D: x^2 + y^2 \leq 1; x \geq 0.$
5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y = 1; x - 1 = 0; y = e^x.$

Вариант 3

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_0^1 dx \int_x^{2-x^2} f(x; y) dy.$
2. $\int_0^3 dy \int_4^{\sqrt{25-y^2}} f(x, y) dx$

Вычислить:

3. $\iint_D (x + 2y) dx dy, \quad D: y = x; 2y = x; x = 2.$
4. $\iint_D (x^2 + y^2) dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \leq 2x.$
5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y^2 = 1 + x; y - x + 1 = 0.$

Вариант 4

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_0^2 dy \int_{2-y}^{4-y^2} f(x; y) dx$
2. $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3. $\iint_D (x + y) dx dy, \quad D: y = x; y + x = 4; x = 0.$
4. $\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \geq 1; x^2 + y^2 \leq 4.$
5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y = 2 - x^2; y = x; x \geq 0.$

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

Вариант 1

1. Вычислить: $\int_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, если l : прямая АВ, А(1;1), В(3;4)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C xydx + y^2dy$, если $C : x^2 + y^2 = 4$
3. Вычислить: $\iint_D (x - y)dxdy$, если $D : x + y = 2; y = x; y = 0$
4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C x^2ydx - xy^2dy$, если $C : x^2 + y^2 = 1$
5. Вычислить: $\int_{(0;0)}^{(2;2)} (y^2 + 2xy)dx + (2xy + x^2)dy$

Вариант 2

1. Вычислить: $\int_l 2xydx - x^2dy$, если $l : x = 2y^2$ от точки О(0;0) до точки А(2;1)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C 2xydy - y^2dx$, если $C : x^2 + y^2 = R^2$
3. Вычислить: $\int_l \frac{dx}{y^2} + x^2dy$, если $l : y = \frac{1}{x}$ от точки А(1;1) до точки В(4;1/4)..
4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C x^3dx + xydy$, если $C : x^2 + y^2 = R^2$
5. Вычислить: $\int_{(1;2)}^{(3;4)} \frac{y}{x}dx + (y + \ln x)dy$

Вариант 3

1. Вычислить: $\int_l x^2dx + \frac{dy}{y^2}$, $l : y = \frac{1}{x}$ от точки А(1;1) до точки В(5;1/5)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C (x + 2y^3)dx + (3y^2 - y)dy$, если $C : x^2 + y^2 = 1$
3. Вычислить: $\int_l \cos^3 x dx + ydy$, если $l : y = \sin x$ от точки А(0;0) до точки $B\left(\frac{\pi}{2}; 1\right)$.
4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C (x + 2x^2)dx - (3x^3 + y)dy$, если $C : x^2 + y^2 = 4$
5. Вычислить: $\int_{(2;3)}^{(3;4)} (6xy^2 + 2x^3)dx + (6x^2y + 3y^2)dy$

Вариант 4

1. Вычислить: $\int_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, если l : прямая АВ, А(1;1), В(3;4)

2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_{(c)} -x^2 y dx + xy^2 dy$, где C – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y=1-x$; $y=x+1$; $x=1$.
3. Вычислить: $\int_l 2xy dx - x^2 dy$, если $l: x=2y^2$ от точки $O(0;0)$ до точки $A(2;1)$
4. Вычислить $\int_z x^2 y dy + (xy - 1) dx$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2 \sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$
5. Вычислить: $\int_{(0;2)}^{(1;4)} ye^x dx + e^x dy$

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

Вариант 1.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[4]{n^3}}{\sqrt{n^3+3}}. \quad 2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n+2) \cdot \ln^2(3n+2)}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

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

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

Вариант 2.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n-3}{\sqrt{2n^3+1}}. \quad 2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{10n+1}{(3n+2)!}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

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

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

Вариант 3.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n+7}{3n^3+n}. \quad 2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(8n-3) \cdot \sqrt{\ln(8n-3)}}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

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

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

5. Найти область сходимости степенного ряда

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

Вариант 4.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^{n-1}}{5n-2}.$$

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

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

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

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

5. Найти область сходимости степенного ряда

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

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 10. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

- 1) Сколько четырехзначных чисел, делящихся на 5, можно составить из цифр $\{0,1,4,5,9\}$, если каждое число не должно содержать одинаковых цифр?
- 2) В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. По табельным номерам наудачу отобрали 7 человек. Найти вероятность того, что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
- 3) Три стрелка стреляют по одной мишени. Первый попадает с вероятностью $p_1 = 0,8$, второй – $p_2 = 0,7$, третий – $p_3 = 0,6$. Найти вероятность того, что при одном залпе в мишень попадет хотя бы один стрелок.
- 4) В первой коробке находится 20 батареек для фонарика, из них 18 годных к употреблению. Во второй коробке – 10 батареек, из них – 9 годных. Из второй коробки наудачу взяли 2 батарейки и переложили в первую. Найти вероятность того, что батарейка, наудачу извлеченная из первой коробки, будет годной.
- 5) Вероятность попадания мячом в корзину для данного баскетболиста равна 0,8. Игрок делает три броска. Какова вероятность того, что все три раза он попал?

Вариант 2

- 1) Игральная кость подбрасывается один раз. Найти вероятность того, что число выпавших очков кратно трем.
- 2) Из водоема, в котором находится 10 рыб, вылавливают 6 рыб, помечают и выпускают их обратно. Найти вероятность того, что второй улов того же объема содержит 4 меченые рыбы.
- 3) В урне 12 шаров, из которых 7 белых. Наудачу вытаскивается один шар, а затем возвращается обратно в урну. Найти вероятность хотя бы одного извлечения белого шара, если шар извлекали дважды.

4) В пирамиде установлены 15 винтовок, 10 из них снабжены оптическим прицелом. При стрельбе из винтовки с оптическим прицелом вероятность поражения мишени – 0,9, а при стрельбе из обычной винтовки – 0,7. Какова вероятность того, что стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки? Найти также вероятность того, что мишень поражена из винтовки с оптическим прицелом.

5) Вероятность появления события в каждом из 3000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 11. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	-4	-2	0	1	2
p	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

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

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

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

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

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

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

5) Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$ и дисперсией $D[\xi] = 3$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \leq \xi \leq 3)$.

Вариант 2

1) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	1	3	4	6	7
p	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1

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

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

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

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

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

- 4) Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$ и дисперсией $D[\xi] = 4$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-2 \leq \xi \leq 4)$
- 5) Случайная величина ξ распределена равномерно на $[2; 10]$. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M[\xi]$ и $D[\xi]$. Вычислить $P(1 \leq \xi \leq 5)$.

Раздел 13. Примеры вопросов к контрольной работе № 12. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. По заданной выборке

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

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

2. По заданной выборке

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

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

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

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

Вариант 2

1. По заданной выборке

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

- 1) составить вариационный ряд;

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

2. По заданной выборке

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

- 1) составить вариационный ряд;
 - 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.
3. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 1$ г, фасует чай в пачки со средним весом $a = 100$ г. В случайной выборке объемом $n = 25$ пачек средний вес $\bar{X} = 101,5$ г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность $\gamma = 0,95$.
4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]} = 18$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

5 СЕМЕСТР

Раздел 14. Примеры вопросов к контрольной работе № 13. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

1. Найти область сходимости степенного ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n}}{9^n \cdot \sqrt{n+1}}$$

2. Написать формулу Тейлора для $n = 3$ с остаточным членом в форме Лагранжа в точке $x_0 = 0$ для функции $f(x) = \sqrt{1+x^2}$.

3. Разложить в ряд по степеням x функцию $f(x) = \frac{9}{20-x-x^2}$ и найти интервал сходимости полученного ряда.

4. Разложить функцию $f(x) = -x - \frac{\pi}{4}$ в ряд Фурье по синусам на промежутке $[0; 1]$ и нарисовать графики $f(x)$ и $S(x)$, вычислить $S(-\pi)$, $S(3)$.

5. Найти решение, удовлетворяющее указанным начальным условиям.

$$x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} = 2xy; \quad z = y = x^2$$

Раздел 15. Примеры вопросов к контрольной работе № 14. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

1. Привести уравнение к каноническому виду

$$u_{tt} + 2u_{tx} - 3u_{xx} + 2u_t + 6u_x = 0$$

2. Найти общее решение $\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} = 5x$.

3. Найти решение уравнения

$$x^2 \cdot \frac{\partial z}{\partial x} - xy \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = y,$$

проходящее через пространственную кривую L : $\begin{cases} y = x \\ z = \frac{1}{x^2} \end{cases}$.

4. Найти решение уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 3 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} + 2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0,$$

удовлетворяющее начальным условиям:

$$u(0; x) = 2(3 + x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(0, x) = 2.$$

5. Найти собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля для уравнения

$$y'' + \lambda y = 0, \quad x \in [0; 1], \\ y'(0) = y(1) = 0.$$

Раздел 16. Примеры вопросов к контрольной работе № 15. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

1. Методом Фурье решить смешанную задачу для уравнения теплопроводности

$$u_t' = 16u_{xx}'', \quad 0 \leq x \leq 4, \quad t \geq 0 \\ u(x; 0) = x(4 - x), \quad u_x'(0; t) = u_x'(4; t) = 0.$$

2. Методом Фурье решить смешанную задачу для волнового уравнения $u_{tt}'' = 4u_{xx}''$, $(0 \leq x \leq 2, \quad t \geq 0)$

$$\begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u_t'(x; 0) = 4 \sin \frac{5\pi x}{2}, \end{cases} \quad u(0; t) = u(2; t) = 0$$

3. Найти функцию $u = u(x; y)$, удовлетворяющую внутри круга $x^2 + y^2 < 4$ уравнению Лапласа $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, если на границе (γ) этого круга она задается формулой:

$$u(x; y)|_\gamma = 2x^2 - 4xy + 3x - 4y.$$

4. В прямоугольнике $\begin{cases} 0 \leq x \leq 2 \\ 0 \leq y \leq 1 \end{cases}$ найти решение уравнения Лапласа $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$,

удовлетворяющее краевым условиям: $\begin{cases} u(0; y) = 0 \\ u(2; y) = 0 \end{cases}, \begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u(x; 1) = 1 \end{cases}$.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

(1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен, 4 семестр – зачет с оценкой, 5 семестр - зачёт с оценкой)

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

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

1. Векторы: координаты, проекция вектора на ось, направляющие косинусы.
2. Линейные операции над векторами.

3. Скалярное и Векторное произведение двух векторов, их свойства.
4. Смешанное произведение трех векторов и его свойства.
5. Прямая на плоскости. Различные виды уравнения прямой на плоскости.
6. Кривые второго порядка.
7. Уравнение плоскости.
8. Уравнение прямой в пространстве.
9. Комплексные числа, действия с комплексными числами.
10. Многочлены. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена на множители.
11. Рациональные дроби. Разложение рациональных дробей на сумму простейших дробей.
12. Матрицы, операции над матрицами.
13. Элементарные преобразования строк матрицы.
14. Приведение матрицы к ступенчатому виду и виду Гаусса.
15. Ранг матрицы. Ранг системы векторов.
16. Определитель квадратной матрицы, его свойства, методы вычисления.
17. Обратная матрица: свойства, способы построения.
18. Совместность и определенность системы линейных алгебраических уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
19. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью обратной матрицы.
20. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью правила Крамера.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
22. Линейная однородная система алгебраических уравнений, ее фундаментальная система решений. Связь решений линейных однородных и неоднородных систем.
23. Собственные значения, собственные векторы матрицы.
24. Присоединенные векторы матрицы.
25. Последовательность. Предел числовой последовательности. Функция. Способы задания функции.
26. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Предел функции на бесконечности.
27. Непрерывность функции. Точки разрыва функции и их классификация.
28. Производная функции: определение, геометрический смысл.
29. Правила вычисления производной.
30. Производная сложной функции.
31. Производные высших порядков.
32. Дифференцируемость функции. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной.
33. Дифференциал функции и его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.
34. Раскрытие неопределенностей (правило Лопиталя).
35. Исследование функции: область определения, четность (нечетность), точки пересечения с координатными осями, промежутки знакопостоянства, непрерывность, точки разрыва.
36. Асимптоты графика функции.
37. Достаточные условия монотонности функции.
38. Достаточные условия экстремумов функции.
39. Достаточные условия выпуклости, вогнутости, точки перегиба графика функции.
40. Общая схема исследования функции и построение графика.

41. Первообразная. Неопределенный интеграл. Теорема об общем виде первообразных.
42. Основные свойства неопределенного интеграла.
43. Таблица основных интегралов.
44. Методы интегрирования: табличный, разложения.
45. Интегрирование подведением под знак дифференциала.
46. Интегрирование с помощью замены переменной.
47. Определенный интеграл: определение, свойства.
48. Формула Ньютона - Лейбница.
49. Вычисление определенного интеграла с помощью замены переменной.
50. Некоторые приложения определенного интеграла.
51. Интегралы с бесконечными пределами: определения, свойства.

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

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

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

20. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Метод подбора в случае правой части вида квазимногочлена.
21. Системы линейных дифференциальных уравнений I-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод исключения.

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

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

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

23. Знакопеременные ряды: признак Лейбница.
24. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимости.
25. Признак абсолютной сходимости.
26. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
27. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости.
28. Свойства степенных рядов.
29. Ряды Тейлора и Маклорена: свойства, основные разложения.
30. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений.

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 12-13 рабочей программы дисциплины и содержит 6 вопросов. 1 вопрос – 6 баллов, 2 вопрос – 6 баллов, 3 вопрос – 7 баллов, 4 вопрос – 7 баллов, 5 вопрос – 7 баллов, 6 вопрос – 7 баллов.

1. Основные правила комбинаторики. Размещения, сочетания, перестановки (с повторениями и без повторений).
2. Случайные события, виды событий. Классическое определение вероятности. Схема случаев.
3. Относительная частота. Статистическое определение вероятности. Геометрическая вероятность.
4. Противоположные события. Вероятность появления хотя бы одного из событий, независимых в совокупности.
5. Алгебра событий. Теоремы сложения вероятностей.
6. Условная вероятность. Независимые события. Теоремы умножения вероятностей.
7. Формула полной вероятности. Формулы Байеса.
8. Повторные испытания. Формула Бернулли. Формула Пуассона.
9. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.
10. Функция распределения случайной величины, ее свойства.
11. Плотность распределения непрерывной случайной величины, ее свойства.
12. Математическое ожидание случайной величины, его свойства.
13. Дисперсия случайной величины, ее свойства. Среднеквадратичное отклонение.
14. Биномиальное распределение, его числовые характеристики.
15. Распределение Пуассона, его числовые характеристики.
16. Равномерное распределение, его числовые характеристики.
17. Показательное распределение, его числовые характеристики.
18. Интеграл Лапласа, его свойства. Кривая Гаусса (нормальная кривая), ее свойства, график.
19. Нормальное распределение, его числовые характеристики. Выражение функции распределения через интеграл Лапласа. Вероятность попадания нормально распределенной случайной величины в заданный промежуток. «Правило трех сигм».
20. Случайные величины: дискретные, непрерывные. Закон распределения дискретной случайной величины. Многоугольник распределения.
21. Математическое ожидание дискретной и непрерывной случайных величин, формулы для вычисления.
22. Дисперсия дискретной и непрерывной случайных величин, формулы для вычисления.
23. Закон больших чисел. Центральные предельные теоремы теории вероятностей.

24. Распределения, связанные с нормальным распределением: Хи-квадрат, Стьюдента, Фишера-Снедекора.
25. Задачи математической статистики. Выборки. Способы и виды отбора.
26. Статистическое распределение выборки (вариационный ряд, полигон частот). Эмпирическая функция распределения.
27. Интервальная таблица, гистограмма частот.
28. Статистические оценки параметров распределения, свойства оценок.
29. Выборочное и генеральное среднее. Генеральная и выборочная дисперсия. Метод условных вариантов (метод произведений).
30. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднеквадратичного отклонения.
31. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Критическая область. Область принятия гипотезы.
32. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Критерий согласия Пирсона. Методика вычисления теоретических частот нормального распределения.
33. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий нормальных распределений.
34. Проверка гипотезы о равенстве средних значений нормальных распределений при известной и неизвестной дисперсии. Сравнение среднего значения с гипотетической генеральной средней при известной и неизвестной дисперсии.
35. Элементы статистической теории корреляции. Виды зависимостей между случайными величинами.
36. Числовые характеристики корреляционной зависимости. Оценка корреляционного момента, коэффициента корреляции по выборочным данным
37. Проверка гипотезы о значимости коэффициента корреляции. Линейная корреляция. Уравнение линейной регрессии по выборочным данным

8.2.5. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 14-16 рабочей программы дисциплины и содержит 6 вопросов. 1 вопрос – 6 баллов, 2 вопрос – 6 баллов, 3 вопрос – 7 баллов, 4 вопрос – 7 баллов, 5 вопрос – 7 баллов, 6 вопрос – 7 баллов

1. Ряды Фурье.
2. Периодические функции и их свойства.
3. Ортогональность тригонометрической системы функций на отрезке $[-l;l]$.
4. Ряды Фурье: определение, свойства.
5. Тригонометрический ряд и ряд Фурье.
6. Ряд Фурье для непериодической функции.
7. Разложение непериодической функции в ряд Фурье.
8. Разложение периодической функции в ряд Фурье.
9. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций.
10. Гармонический анализ.
11. Преобразование Фурье.
12. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка.
13. Дифференциальные уравнения в частных производных: основные понятия.
14. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка.
15. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.
16. Классификация линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
17. Приведение уравнений к каноническому виду.
18. Физический смысл линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
19. Основы математического моделирования природных процессов.

20. Задача Коши для уравнения гиперболического типа.
21. Физическая и геометрическая интерпретация метода характеристик.
22. Смешанная задача для уравнений гиперболического и параболического типов, ее физический смысл.
23. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения гиперболического типа.
24. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения параболического типа.
25. Уравнения эллиптического типа.
26. Гармонические функции и их свойства.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

1 СЕМЕСТР

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

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

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

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

2 СЕМЕСТР

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

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

«Утверждаю»

Министерство науки и высшего образования РФ

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

3 СЕМЕСТР

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

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

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

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

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

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

4 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Высшая математика» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 12-13 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 6 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Высшая математика

БИЛЕТ № 1

1. Функция распределения случайной величины, ее свойства.

2. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Критическая область. Область принятия гипотезы.

3. При разрыве бронебойного снаряда крупные осколки составляют 20% от общего числа осколков, средние – 30%, мелкие – 50%. Вероятность того, что крупный осколок пробьет броню $p_1 = 0,8$; для средних и мелких осколков соответственно $p_2 = 0,5$ и $p_3 = 0,2$. Найти вероятность пробивания брони.

4. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины ξ имеет вид

$$f(x) = \begin{cases} c(x+2), & x \in [1,5] \\ 0, & x \notin [1,5] \end{cases}$$

Найти параметр c , $M[\xi]$, $D[\xi]$, $F(x)$, $P(-1 < \xi < 3)$, построить графики $F(x)$ и $f(x)$.

5. По заданной выборке

2,3	2,4	2,7	2,3	2,5	2,4	2,1	2,3	2,5

составить вариационный ряд, построить полигон частот, вычислить выборочную среднюю, выборочную дисперсию, исправленное среднее квадратичное отклонение.

6. Инвестиция №1 рассчитана на $n_1 = 14$ лет, дисперсия ежегодных прибылей $s_1^2 = 15\%^2$. Инвестиция №2 рассчитана на $n_2 = 12$ лет, дисперсия ежегодных прибылей $s_2^2 = 20\%^2$. Предполагается, что распределение ежегодных прибылей на инвестиции подчиняется нормальному закону распределения. Равны ли риски (σ^2) инвестиций №1 и №2? Доверительная вероятность $\gamma = 0,99$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Высшая математика
БИЛЕТ № 2 1. Плотность распределения непрерывной случайной величины, ее свойства. 2. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднее квадратичное отклонение. 3. Баскетболист забрасывает мяч в корзину с вероятностью $p = 0,4$ при одном броске. Найти вероятность того, что он забросит хотя бы один мяч, если он произвел 3 броска. 4. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины ξ имеет вид $f(x) = \begin{cases} c(x+2), & x \in [2,6] \\ 0, & x \notin [2,6] \end{cases}$ Найти параметр c , $M[\xi]$, $D[\xi]$, $F(x)$, $P(4 < \xi < 8)$, построить графики $F(x)$ и $f(x)$. 5. По заданной выборке	

3,3	3,2	3,4	2,9	3,2	3,1	2,8	3,2

составить вариационный ряд, построить полигон частот, вычислить выборочную среднюю, выборочную дисперсию, исправленное среднееквадратичное отклонение.

6. По двум независимым малым выборкам, объемы которых $n = 12$ и $m = 10$, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, найдены выборочные средние: $\bar{X} = 25,1$; $\bar{Y} = 26,0$ и исправленные дисперсии: $s_x^2 = 1,3$ и $s_y^2 = 2,4$. При уровне значимости $0,05$ проверить гипотезу $H_0 : M[X] = M[Y]$ при конкурирующей гипотезе $H_1 : M[X] \neq M[Y]$.

5 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Высшая математика» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 14-16 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 6 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Высшая математика
БИЛЕТ № 1	
1. Периодические функции и их свойства. 2. Задача Коши для уравнения гиперболического типа. 3. Разложить функцию $f(x)$ в ряд Фурье на указанном промежутке. Нарисовать график функции, определяющей сумму ряда. 4. Разложить функцию $f(x)$ в ряд Фурье по $\cos$ кратных дуг на промежутке от 0 до правой границы указанного промежутка. Нарисовать график функции, определяющей сумму ряда.	
$f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{2}, & x \in [-\pi, 0] \\ x + \frac{1}{2}, & x \in (0, \pi] \end{cases}$	
5. Методом характеристик привести уравнение к каноническому виду и найти решение задачи Коши.	
$3u''_{tt} + 4u''_{xt} + u''_{xx} = 0; \quad \begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u'_t(x; 0) = 4x^2 \end{cases}$	
6. Методом Фурье решить смешанную задачу для параболического уравнения.	
$\begin{aligned} u'_t &= u''_{xx}, \\ 0 \leq x \leq 1,5, \quad t &\geq 0 \end{aligned} \quad \begin{cases} u(x; 0) = 2 \cos 7\pi x \\ u'_x(0; t) = 0 \\ u(1,5; t) = 0 \end{cases}$	

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Высшая математика
БИЛЕТ № 1	

1. Ряды Фурье: определение, свойства.
2. Физическая и геометрическая интерпретация метода характеристик.
3. Привести уравнение к каноническому виду $u_{tt} + 2u_{tx} - 3u_{xx} + 2u_t + 6u_x = 0$
4. Разложить функцию $f(x)$ в ряд Фурье по $\sin$ кратных дуг на промежутке от 0 до правой границы указанного промежутка. Нарисовать график функции, определяющей сумму ряда.
5. Найти решение, удовлетворяющее указанным начальным условиям.

$$2xz \frac{\partial z}{\partial x} + 2yz \frac{\partial z}{\partial y} = z^2 - x^2 - y^2; \quad \begin{cases} x = 2 \\ z^2 - y^2 = 4 \end{cases}$$

6. Методом Фурье решить смешанную задачу для гиперболического уравнения.

$$\begin{aligned} u''_{tt} &= 9u''_{xx}, & \begin{cases} u(x; 0) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 3 \\ 6 - x, & 3 < x \leq 6 \end{cases} \\ u'_t(x; 0) &= 0 \\ u'_x(0; t) &= u'_x(6; t) = 0 \end{cases} \\ 0 \leq x \leq 6, & \quad t \geq 0 \end{aligned}$$

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

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

Б) Дополнительная литература:

1. Элементы алгебры: учебное пособие / А. Н. Шайкин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 119 с.: ил.
2. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Меладзе М.А., Гордеева Е.Л., Осипчик В.В. / Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
3. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Аверина О.В., Воронов С.М., Старшова Т.Н., Хлынова Т.В., Ригер Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –132 с.
4. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (теория и практика): учебное пособие / Е. Г. Рудаковская, Рушайло М.Ф., Шайкин А.Н., Меладзе М.А., Арсанукаев З.З., Воронов С.М. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. –120 с.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения: конспект лекций по высшей математике: учебное пособие / сост.: Е. М. Чечеткина, В. М. Азриэль, Е. Ю. Напеденина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 64 с.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г. Рушайло М.Ф., Хлынова Т.В., Ригер Т.В., Казанчян М.С., Ситин А.Г. /Учебное

- пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –116 с.
7. Ряды. Теория и практика. Рудаковская Е.Г., Арсанукаев З.З., Меладзе М.А., Напеденин Ю.Т. /Учебное пособие. –М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011. –72 с.
 8. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Напеденин Е.Ю., Меладзе М.А., Хлынова Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –92 с.
 9. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Меладзе М.А., Хлынова Т.В., Шайкин А.Н., Ригер Т.В., /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Шайкина А.Н.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
 10. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
 11. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –136 с.
 12. Дифференциальные уравнения в частных производных (конспект лекций): учебное пособие /Чечеткина Е.М., Рудаковская Е.Г. –М., РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –84с.
 13. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том I. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и нескольких переменных. Элементы алгебры. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Старшова Т.Н., Ригер Т.Ф., Меладзе М.А., Бурухина Т.Ф., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –148 с.
 14. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том II. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Аверина О.А., Чечеткина Е.И., Напеденин Е.Ю., Напеденин Ю.Т., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –120 с.
 15. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том III. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Напеденин Е.Ю., Осипчик В.В., Напеденин Ю.Т., Орлова В.Л., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017. –124 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

<http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 1600);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 15 контрольных работ, общее число вариантов – 750);

— банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 5 итоговых аттестаций, общее число билетов – 250).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1 семестр		
Раздел 1. Элементы алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой

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

	методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой
2 семестр		
Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;	Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр) Оценка на экзамене

	использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 6. Дифференциальные уравнения первого порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 5 (2 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 7. Дифференциальные уравнения второго порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия,	Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр) Оценка на экзамене

	методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 8. Системы дифференциальных уравнений.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр) Оценка на экзамене
3 семестр		
Раздел 9. Кратные интегралы.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;	Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр) Оценка на экзамене

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

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

	использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
5 семестр		
Раздел 14. Ряды Фурье.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 13 (5 семестр) Оценка на зачете с оценкой
Раздел 15. Дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы,	Оценка за контрольную работу № 14 (5 семестр) Оценка на зачете с оценкой

	пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 16. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 2-го порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 15 (5 семестр) Оценка на зачете 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
«Высшая математика»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия

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.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Гетероциклические структуры в материаловедении»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

**Профиль подготовки «Материалы для генерации, преобразования и
хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н., доцентом кафедры физической химии А.Н. Морозовым, к.х.н., заведующим кафедрой физической химии О.А Райтманом, ассистентом кафедры физической химии Н.Ю.Спицыным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии
«17» апреля 2025 г., протокол №7

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Рабочая программа дисциплины (далее – программа бакалавриата, РПД), реализуемая федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования

«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и Договором о сетевой форме реализации образовательных программ между РХТУ имени Д.И. Менделеева и Автономной некоммерческой образовательной организацией высшего образования «Сколковский институт науки и технологий» по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии», представляет собой комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

1.2. Нормативные документы для разработки программы бакалавриата по направлению подготовки составляют:

– Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 17.07.2017 г. № 671 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования- бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия**)» (далее – ФГОС ВО по направлению подготовки **04.03.01 Химия**);

– Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

– Профессиональный стандарт «*Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов*», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015. № 604н.

– 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: 02.04.2021).

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 02.04.2021);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»,

принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г., протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г. № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_EOiDOT_2.pdf дата обращения: 02.04.2021);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_prakt_podgotovka_2.pdf дата обращения: 02.04.2021).

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

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 02.04.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 02.04.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 02.04.2021).

1.3. Общая характеристика программы бакалавриата

Целью программы бакалавриата является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по программе бакалавриата допускается только в образовательной организации высшего образования (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата в образовательной организации осуществляется в очной форме обучения. Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану.

Срок получения образования по программе бакалавриата:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 4 года.

при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

Объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении – не более 80 з.е.

При реализации программы бакалавриата организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы бакалавриата может осуществляться организацией как самостоятельно, так и посредством сетевой формы.

Образовательная деятельность по программе бакалавриата осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом организации.

Структура программы бакалавриата включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Структура программы бакалавриата включает следующие блоки:

Блок 1 «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к обязательной части программы и части, формируемой участниками образовательных отношений;

Блок 2 «Практика», в который входят учебная и производственная практики;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который включает подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы.

Структура и объем программы бакалавриата

Структура программы бакалавриата		Объем программы бакалавриата в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	Не менее 198
Блок 2	Практика	Не менее 6
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6-9
Объем программы бакалавриата		240

К обязательной части программы бакалавриата относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, а также профессиональных компетенций, установленных ПООП в качестве обязательных (при наличии).

В обязательную часть программы бакалавриата включаются, в том числе:

- дисциплины (модули) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)»;
- дисциплины (модули) по физической культуре и спорту, реализуемые в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Программа бакалавриата должна обеспечивать реализацию дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту:

- в объеме не менее 2 з.е. в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)»;
- в объеме не менее 328 академических часов, которые являются обязательными для освоения, не переводятся в з.е. и не включаются в объем программы бакалавриата, в рамках элективных дисциплин (модулей) в очной форме обучения.

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в порядке, установленном Организацией. Для инвалидов и лиц с ОВЗ Организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья.

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, могут включаться в обязательную часть программы бакалавриата и в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, должен составлять не менее 60 процентов общего объема программы бакалавриата.

Организация должна предоставлять инвалидам и лицам с ОВЗ (по их заявлению) возможность обучения по программе бакалавриата, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

Объем контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении учебных занятий по программе бакалавриата должен составлять при очной форме обучения не менее 60 процентов общего объема времени, отводимого на реализацию дисциплин (модулей).

1.4. Требования к поступающему

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата на соответствующий учебный год.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ БАКАЛАВРИАТА

2.1. Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП бакалавриата, включает:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).

2.2 Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники в рамках освоения ООП бакалавриата:

- научно-исследовательские;

2.3 Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП бакалавриата, или областью (областями) знания являются:

- химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления;
- профессиональное оборудование;
- источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.

3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- паспортами формирования компетенций;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- рабочими программами практик;

- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП;
- рабочей программой воспитания;
- календарным планом воспитательной работы

3.1 Учебный план

Учебный план ООП бакалавриата включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

3.2 Календарный учебный график

Последовательность реализации программы бакалавриата по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы, приводится в календарном учебном графике.

Календарный учебный график представлен в приложении.

3.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)

В ООП бакалавриата в приложении представлены все рабочие программы дисциплин (модулей).

3.4 Рабочие программы практик

ООП бакалавриата предусматривает достаточный для формирования, закрепления и развития практических навыков и компетенций объем практики. Практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практика закрепляет знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает практические навыки и способствует комплексному формированию универсальных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся. Программы практик приведены в приложении.

При реализации ООП бакалавриата предусматриваются следующие виды практик:

- учебная;
- производственная.

3.4.1 Учебная практика

Тип практики: ознакомительная практика.

Задачей ознакомительной практики является получение первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности. Практика осуществляется в Сколковском институте науки и технологий. Руководство практикой осуществляют научные сотрудники института.

3.4.2 Производственная практика

Тип практики: технологическая практика.

Задачей практики является получение умений и навыков, необходимых для формирования научно-практической базы проводимого исследования, подготовки публикаций об актуальности и практической значимости выполняемой работы. Практика осуществляется в Сколковском институте науки и технологий. Руководство практикой осуществляют научные сотрудники института.

3.4.3 Научно-исследовательская работа

Тип практики: научно-исследовательская работа.

Задачей научно-исследовательской работы является получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой научно-исследовательской работы; приобретение необходимых практических навыков для выполнения выпускной квалификационной работы. Практика осуществляется в Сколковском институте науки и технологий. Руководство практикой осуществляют научные сотрудники института.

3.5.4.Преддипломная практика

Тип практики: преддипломная практика.

Задачей практики является максимальное приближение к выполнению выпускной квалификационной работы, т.е. сбор и изучение научно-технической информации по тематике исследования, проведение экспериментов по выбранной методике, анализ их результатов и подготовка данных для написания ВКР и публикаций.

Практика осуществляется в Сколковском институте науки и технологий. Руководство практикой осуществляют научные сотрудники института.

3.5 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП бакалавриата.

В государственную итоговую аттестацию входят подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3.6 Фонд оценочных средств (ФОС)

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП бакалавриата для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно- методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП бакалавриата.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям ООП бакалавриата, рабочих программ дисциплин (модулей) и практик.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) предоставляется возможность обучения по ООП бакалавриата, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и, при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию.

3.7. Рабочая программа воспитания

Рабочая программа воспитания, разработанная и утвержденная образовательной организацией, определяет комплекс основных характеристик осуществляемой в образовательной организации воспитательной работы по соответствующей основной образовательной программе:

- цель, задачи, основные направления и темы воспитательной работы;
- возможные формы, средства и методы воспитания, включая использование воспитательного потенциала дисциплин (модулей);

- подходы к индивидуализации содержания воспитания с учетом особенностей обучающихся;
- показатели эффективности воспитательной работы, в том числе планируемые личностные результаты воспитания, и иные компоненты.

3.8. Календарный план воспитательной работы

Календарный план воспитательной работы, разработанный и утвержденный образовательной организацией, содержит конкретный перечень событий и мероприятий воспитательной направленности, которые организуются и проводятся образовательной организацией и (или) в которых образовательная организация принимает участие, в соответствии с основными направлениями и темами воспитательной работы, выбранными формами, средствами и методами воспитания в учебном году или периоде обучения.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения ООП бакалавриата определяется приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностями применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП бакалавриата у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (УК)	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
Разработка и реализация проектов	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. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм УК-2.4. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели УК-3.2. При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников;

		УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строит продуктивное взаимодействие в коллективе; УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели; УК-3.5. Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия; УК-4.2. Ведет деловую переписку на русском языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем; УК-4.3. Ведет деловую переписку на иностранном языке с учетом особенностей стилистики официальных писем и социокультурных различий УК-4.4. Выполняет для личных целей перевод официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский, с русского языка на иностранный; УК-4.5. Публично выступает на русском языке, строит свое выступление с учетом аудитории и цели общения УК-4.6. Устно представляет результаты своей деятельности на иностранном языке, может поддерживать разговор в ходе их обсуждения
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Отмечает и анализирует особенности межкультурного взаимодействия (преимущества и возможные проблемные ситуации), обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем; УК-5.2. Предлагает способы преодоления коммуникативных барьеров при межкультурном взаимодействии УК-5.3. Определяет условия интеграции участников межкультурного взаимодействия для достижения поставленной цели с учетом исторического наследия и социокультурных традиций различных социальных групп, этносов и конфессий

Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей; УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста УК-6.4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1. Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений) УК-8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций УК-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях

4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофес- сиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (ПК)	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Общепрофес- сиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования
	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности
Физико-математическая и компьютерная грамотность при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений

	ОПК-5 Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-5.1. Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля ОПК-5.2. Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры ОПК-6.3. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе ОПК-6.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках

4.3 Профессиональные компетенции выпускников 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: научно-исследовательский				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н) (уровень квалификации – 6) Корректировка и разработка методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов</i>
			ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	
			ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	

1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-7. Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования реакционной способности органических и гибридных соединений под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-7.1. Знает современные методы, использующиеся при проектировании направленного синтеза органических и гибридных соединений с заданным набором свойств в рамках поставленной задачи ПК-7.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения направленного синтеза органических и гибридных соединений по заданию специалиста более высокой квалификации ПК-7.3. Владеет приёмами обработки, анализа, интерпретации результатов эксперимента по проведению направленного синтеза органических и гибридных соединений с заданными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н) (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</i>

5. АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

5.1. Дисциплины обязательной части

Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык»

1. Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык практически как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и для целей самообразования.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-6.3, ОПК-6.4, УК-4.3, УК- 4.4, УК-4.6.

Знать:

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке

Уметь:

- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;
- работать со словарем;
- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;
- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации

Владеть:

- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка

1.1. Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.2. Согласование времен. Условные предложения.

1.3. Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.

1.4. Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот

1.5. Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».

1.6. Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов,

обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.

Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

2.1. Развитие навыков чтения профессионально-ориентированных текстов.

Чтение текстов.

2.2. Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности.

Раздел 3. Практика устной речи

3.1. Практика устной речи

3.2. Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.

3.3. Речевой этикет повседневного общения.

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

Раздел 4. Особенности языка специальности

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности.

Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

4.2. Сослагательное наклонение.

4.3. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.

4.4. Изучающее чтение текстов

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	3	108	3	108	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,8	320	2,2	80	2,2	80	2,2	80	2,2	80
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	8,8	320	2,2	80	2,2	80	2,2	80	2,2	80
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	3,2	112	0,8	28	0,8	28	0,8	28	0,8	28
Контактная самостоятельная работа		0,8		0,2		0,2		0,2		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,2	111,2	0,8	27,8	0,8	27,8	0,8	27,8	0,8	27,8
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	3	81	3	81	3	81	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,8	237	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	8,8	237	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	3,2	87	0,8	21,75	0,8	21,75	0,8	21,75	0,8	21,75
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,15		0,15		0,15		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,2	86,4	0,8	21,6	0,8	21,6	0,8	21,6	0,8	21,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Зачет	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Философия»

Цель дисциплины: сформировать у студентов комплексное представление о роли и месте философии в системе гуманитарных, социальных и естественных наук, познакомить их с основами философского знания, необходимыми для решения теоретических и практических задач.

1. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
УК-5.1, У-5.2, УК-5.3.

Знать:

– основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;

Уметь:

– понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; грамотно вести дискуссию, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;

Владеть:

– представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.

2. Краткое содержание дисциплины

Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе.

Модуль 1. Основные философские школы.

Античная философия (досократики, софисты, Сократ, Демокрит, Платон, Аристотель, эллинистически-римская философия). Основные проблемы средневековой философии и эпохи Возрождения. Философия Нового времени (XVII – XVIII вв.) Идеология Просвещения. Немецкая классическая философия. Русская философия XIX – XX вв. Основы марксистской философии. Основные направления современной философии.

Модуль 2. Философские концепции бытия и познания.

Проблема бытия в истории философии. Понятия материального и идеального. Основные философские направления: материализм и идеализм. Принцип глобального эволюционизма в современной научной картине мира.

Концепции пространства и времени в истории философии и науки.

Происхождение сознания. Роль труда в происхождении сознания. Идеалистические и материалистические концепции сознания. Сознание и мозг. Сознательное и бессознательное. Сознание и язык. Сознание и самосознание.

Концепции гносеологии в истории философии: сенсуализм, рационализм, скептицизм, агностицизм, концепция врожденных идей, априоризм. Диалектика познания: чувственное и рациональное. Основные теории истины.

Модуль 3. Проблемы человека в философии.

Человек как предмет философского анализа в истории философии. Происхождение человека: природные и социальные условия антропосоциогенеза. Биологическое и социальное в человеке. Индивид, индивидуальность, личность.

Смысл жизни и предназначение человека. Жизнь, смерть, бессмертие. Движение ненасилия, его роль в современной жизни. Цели и ценности. Свобода воли и ответственность личности. Нравственные, религиозные, эстетические ценности.

Модуль 4. Философия истории и общества

Человек в системе социальных связей. Личность и массы, свобода и необходимость. Философия истории: формационная и цивилизационная концепции исторического развития. Прогрессистские и циклические модели развития. Глобальные проблемы современности. Концепция устойчивого развития и сценарии будущего. Общество и его структура. Социальная, политическая и духовная сферы общества. Концепции государства в истории философской мысли. Гражданское общество и правовое государство.

Модуль 5. Философские проблемы химии и химической технологии

Научное и вненаучное знание. Структура научного знания, его методы и формы. Научные революции и смена типов рациональности. Наука в современном мире. Этика науки и ответственность ученого.

Проблема соотношения науки и техники. Социальные последствия научно-технического прогресса. Этические и экологические императивы развития науки и техники.

Место химии в системе естественных наук. Основная проблема химии как науки и производства. Цели и задачи химической технологии. Специфика химико-технологического знания: фундаментальное и прикладное, эмпирическое и теоретическое.

3. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции	1,4	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,4	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44	33
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:		экзамен	экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины «История (история России, всеобщая история)»

1. Цель дисциплины – формирование у студентов целостного представления об историческом прошлом России, ее месте во всемирно-историческом процессе.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3.

Знать:

- основные направления, проблемы и методы исторической науки;
- основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории

Уметь:

- соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы;
- формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории

Владеть:

- представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;
- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;
- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;
- навыками анализа исторических источников

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. История как наука. Особенности становления государственности в России.

1.1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Начало государственности. Киевская Русь.

Место истории в системе наук. Предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Сущность, формы, функции исторического знания. Источники по отечественной истории, их классификация. История России – неотъемлемая часть всемирной истории; общее и особенное в историческом развитии.

Славянское общество в эпоху расселения. Особенности социально-политического развития Киевской Руси. Принятие христианства. Формирование правовой системы.

1.2. Русские земли в XII – начале XVI вв. Образование Российского государства

Причины обособления земель и княжеств. Социально-политическая структура русских земель периода политической раздробленности. Формирование различных социокультурных моделей развития древнерусского общества и государства.

Особенности политического устройства Российского государства. Иван III. Возникновение сословной системы организации общества. Местничество. Предпосылки складывания самодержавных черт государственной власти. Василий III. Историческое значение образования единого Российского государства.

1.3. Россия в середине XVI – XVII вв.

Иван Грозный: поиск альтернативных путей социально-политического развития Руси. Складывание сословно-представительной монархии и её особенности по сравнению со странами Западной Европы. Земский Собор. Избранная Рада. Реформы 50-х годов XVI века и их значение. Судебник 1550г. Стоглавый Собор 1551г. Присоединение к России Поволжья, Приуралья и Западной Сибири. Ливонская война: цели и причины неудач. Опричнина: причины, сущность, последствия. Хозяйственное разорение 70-80гг. XVI в. Этапы закрепощения крестьянства. Формирование официальной идеологии самодержавия.

Централизация власти, начало перехода к абсолютизму. Прекращение деятельности Земских соборов. Изменение роли Боярской Думы. Церковь и государство. Церковный раскол.

«Бунташный век». Причины массовых народных выступлений в XVII в. Городские бунты. Восстание под предводительством С. Разина: причины, особенности, значение и последствия.

Российская мысль и культура в преддверии Нового времени.

Раздел 2. Российская империя в XVIII- начале XX в.

2.1. Российское государство в XVIII веке – веке модернизации и просвещения

XVIII век в европейской и мировой истории. Россия и Европа: новые взаимосвязи и различия.

Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Внешняя политика Петра I, её связь с преобразованиями внутри страны.

Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Развитие промышленности. Усиление роли государства в наращивании производительных сил страны. Концепция меркантилизма и её реализация в России. Создание регулярной армии и флота. Административная реформа. Церковная реформа. Табель о рангах. Борьба с консервативной оппозицией. Оформление абсолютизма, основные черты и историческое значение. Провозглашение России империей. Упрочение международного авторитета страны.

Русская культура XVIII века: от петровских инициатив к «веку просвещения».

2.2. Россия в XIX столетии

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия.

Крестьянский вопрос: этапы решения. Первые подступы к отмене крепостного права в начале XIX в. Указ 1803г. о «свободных хлебопашцах», указ 1842г. об «обязанных

крестьянах». Реформа П. Д. Киселева. Решение крестьянского вопроса в период правления Александра II. Предпосылки и причины отмены крепостного права в России. «Манифест» 19 февраля 1861г. и «Положения»: их содержание, значение, воздействие на развитие пореформенной России.

Внешняя политика России в XIX в. Причины Отечественной войны 1812г. Значение победы России в войне против Наполеона и освободительного похода в Европу. Российское самодержавие и «Священный Союз». Восточный вопрос и его решение в XIX веке. Россия и народы Северного Кавказа. Крымская война, её причины и последствия. Политика России на Дальнем Востоке. Продажа Аляски. Присоединение Средней Азии к России.

Русская культура в XIX в. Общие достижения и противоречия.

2.3. Россия в начале XX века (1900 – 1917гг.)

Территория и население России в начале XX века. Социальная структура. Особенности социально-экономического развития России в начале XX века.

Объективная потребность индустриальной модернизации России. Усиление государственного регулирования экономики. Реформы С. Ю. Витте. Русская деревня в начале XX века.

Победа Февральской революции и коренные изменения в политической жизни страны. Временное правительство и Петроградский Совет. Политические партии в условиях двоевластия. Альтернативы развития России после Февраля. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Корниловское выступление и его разгром.

Раздел 3. От советского государства к современной России.

3.1. Формирование и сущность советского строя (1917-1991гг.)

Большевистская стратегия: причины победы. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Начало формирования однопартийной политической системы. Распуск Учредительного собрания. Конституция 1918г. Брестский мир.

Гражданская война: причины, этапы, расстановка сил, результаты и последствия. Интервенция: причины, формы, масштаб. Идеология, политика, практика «военного коммунизма».

Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Сращивание партийных и государственных структур.

Номенклатура. Роль и место Советов, профсоюзов, судебных органов и прокуратуры в создаваемой тоталитарной политической системе. Карательные органы. Массовые репрессии.

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войне. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Причины и цена победы. Участие СССР в войне против Японии. Итоги и уроки второй мировой войны.

Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». СССР и США. СССР и страны Восточной Европы. Создание «социалистического лагеря».

3.2. Становление новой российской государственности (с 1991- по настоящее время).

Внутренняя политика России. Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция Российской Федерации 1993 г. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Межнациональные отношения. Чеченская война. Наука, культура, образование в рыночных условиях. Социальная цена и первые результаты реформ. Политические партии и общественные движения России на современном этапе.

Россия в начале XXI века. Современные проблемы человечества и роль России в их решении. Региональные и глобальные интересы России. Социально-экономическое положение РФ в период 2001-2019 года. Мировой финансовый и экономический кризис и

Россия. Внешняя политика Российской Федерации в 1991 – 2019 гг. Принципы внешней политики. Россия и страны дальнего зарубежья. Отношения со странами СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Вхождение Крыма в состав Российской Федерации.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции	1,4	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,4	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44	33
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:		экзамен	экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины «Линейная алгебра и математический анализ»

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

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
ОПК-4.1, ОПК-4.2.

Знать:

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

Уметь:

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне

Владеть:

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

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Элементы алгебры

1.1. Числовые множества, комплексные числа. Элементы векторной алгебры.

Аналитическая геометрия на плоскости.

1.2. Матрицы. Теорема Кронекера - Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы матрицы. Квадратичные формы.

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

2.1. Элементарные функции. Предел функции в точке и на бесконечности.

2.2. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах.

2.3. Непрерывность функции в точке и на промежутке.

Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной

3.1. Производная функции. Уравнения касательной и нормали.

3.2. Дифференциал функции. Производная сложной функции.

3.3. Основные теоремы дифференциального исчисления. Производные высших порядков.

3.4. Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функций и построение их графиков.

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной

4.1. Первообразная функции. Неопределенный интеграл и его свойства.

4.2. Методы интегрирования.

4.3. Определенный интеграл, его геометрический смысл. Приложения определенного интеграла.

Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

5.1. Функции двух и более переменных. Предел функции в точке. Частные производные. Дифференцируемость функции.

5.2. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции, заданной неявно.

5.3. Производная по направлению. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных.

Раздел 6. Кратные интегралы

6.1. Двойной интеграл. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.

6.2. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла.

6.3. Тройной интеграл. Вычисление тройного интеграла. Приложения тройного интеграла.

Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы

7.1. Криволинейный интеграл по координатам. Приложения криволинейного интеграла.

7.2. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру.

7.3. Поверхностный интеграл. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка

8.1. Дифференциальные уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения (ДУ) с разделяющимися переменными.

8.2. Однородные уравнения I-го порядка. Линейные уравнения I-го порядка. Уравнения Бернулли.

8.3. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка

9.1. Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ и ЛНДУ).

9.2. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система ЛОДУ второго порядка.

9.3. ЛОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами. ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.

9.4. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.

Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений

10.1. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения.

10.2. Системы ЛДУ первого порядка. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера. Создание математических моделей.

10.3. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Раздел 11. Числовые и функциональные ряды

11.1. Числовые ряды. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд, признак Лейбница.

11.2. Функциональные ряды. Степенные ряды, теорема Абеля. Свойства степенных рядов.

11.3. Ряды Тейлора и Маклорена. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена.

11.4. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Семестр							
	Всего		1		2		3	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	540	3	108	6	216	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	9	320	1,8	64	3,6	128	3,6	128
Лекции	4,5	160	0,9	32	1,8	64	1,8	64
Практические занятия (ПЗ)	4,5	160	0,9	32	1,8	64	1,8	64
Самостоятельная работа	5	148	1,2	44	1,4	52	1,4	52
Контактная самостоятельная работа	5	0,2	1,2	0,2	1,4	-	1,4	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		147,8		43,8		52		52
Вид контроля – Зачет			+	+	-	-	-	-
Вид контроля – Экзамен	2	72	-	-	1	36	1	36
Контактная работа промежуточная аттестация	2	0,8	-	-	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену.		71,2		-		35,6		35,6
Вид итогового контроля:			Зачёт		Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Семестр							
	Всего		1		2		3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	405	3	81	6	162	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	9	243	1,8	48,6	3,6	97,2	3,6	97,2
Лекции	4,5	121,5	0,9	24,3	1,8	48,6	1,8	48,6
Практические занятия (ПЗ)	4,5	121,5	0,9	24,3	1,8	4,6	1,8	4,6
Самостоятельная работа	4	108,6	1,2	33	1,4	37,8	1,4	37,8
Контактная самостоятельная работа	5	0,15	1,2	0,15	1,4	-	1,4	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		155,85		32,85		37,8		37,8
Вид контроля – Зачет			+	+	-	-	-	-
Вид контроля – Экзамен	2	54	-	-	1	27	1	27
Контактная работа промежуточная аттестация	2	0,6	-	-	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену.		53,4		-		26,7		26,7
Вид итогового контроля:			Зачёт		Экзамен		Экзамен	

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента»**

1. Цель дисциплины – освоение студентами теоретических подходов и практических методов анализа химических данных, применяемых в современной мировой науке и системное представление о статистических, дескриптивных и графических методах анализа данных.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
ОПК-3.1.

Знать:

- основные положения теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения прикладных задач;
- методологию, методы и приёмы проведения количественного анализа и моделирования поведения технических систем, событий и процессов;
- методы теоретического и экспериментального исследования в области решения задач профессиональной деятельности

Уметь:

- применять основные методы теории вероятностей и математической статистики для решения профессиональных задач; пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения инженерных вопросов;
- решать типовые математические задачи, используемые при принятии технических решений;
- строить математические модели прикладных задач и исследовать эти модели, обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные

Владеть:

- современными методами теории вероятностей и математической статистики для построения математических моделей задач, возникающих в инженерной практике;
- навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Случайные величины и их законы распределения

- 1.1. Случайные события.
- 1.2. Распределение случайных величин.
- 1.3. Характеристики распределения случайных величин.

Раздел 2. Математическая статистика

- 2.1. Статистические данные.
- 2.2. Дескриптивные и графические методы анализа данных.
- 2.3. Статистическое оценивание.
- 2.4. Статистическая проверка гипотез.
- 2.5. Методы многомерного статистического анализа.

Раздел 3. Исследование зависимостей

- 3.1. Линейный регрессионный анализ.
- 3.2. Дисперсионный анализ.
- 3.3. Планы эксперимента со случайными блоками.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48,15
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика»

1. Цель дисциплины: приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3.

Знать:

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;
- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;
- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики;
- основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента;

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;
- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;
- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;

- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий;

Владеть:

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;
- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

3. Краткое содержание дисциплины

Семестр 1.

Раздел 1. Введение в механику.

- 1.1. Роль курса «Физика» в процессе химико- технологического ВУЗа. Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.
- 1.2. Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.
- 1.3. Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.
- 1.4. Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.

Раздел 2. Введение в молекулярную физику и термодинамику.

- 2.1. Основы МКТ (молекулярно-кинетической теории). Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.
- 2.2 Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.
- 2.3. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.
- 2.4. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

Семестр 2.

Раздел 3. Физические основы механики.

- 3.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.
- 3.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.
- 3.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.
- 3.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

Раздел 4. Основы молекулярной физики.

- 4.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
- 4.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

4.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток.

5.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле

Семестр 3.

Раздел 6. Электромагнетизм.

6.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

6.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

Раздел 7. Оптика.

7.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

7.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

7.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

Раздел 8. Элементы квантовой физики.

8.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

8.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

Семестр 4.

Раздел 9. Элементы квантовой статистики.

9.1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.

9.2. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).

Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.

10.1. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.

Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.

11.1. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.

11.2. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.

11.3. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	504	3	108	4	144	3	108	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	7,12	256	1,78	64	1,78	64	1,78	64	1,78	64
Лекции	3,56	128	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	3,56	128	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	5,88	212	1,22	44	2,22	80	1,22	44	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	5,88	1,2	1,22	0,4	2,22	0,4	1,22	0,4	1,22	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		210,8		43,6		79,6		43,6		44
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
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:		Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Экзамен

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	378	3	81	4	108	3	81	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	7,12	288	1,78	48	1,78	72	1,78	48	1,78	72
Лекции	3,56	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	3,56	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	5,88	159	1,22	33	2,22	60	1,22	33	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	5,88	0,9	1,22	0,3	2,22	0,3	1,22	0,3	1,22	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		158,4		32,7		59,7		32,7		33
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
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:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретическая неорганическая химия»

1. Цель дисциплины – сформировать практические навыки работы будущих специалистов как в области теоретических основ неорганической химии: строения веществ и их связи с реакционной способностью.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.4, УК-6.1, УК-8.3.

Знать:

- основные понятия теории строения атома;
- основные типы химической связи;
- модельные представления ионной связи;
- основы теории молекулярных орбиталей, в том числе и с привлечением элементов молекулярной симметрии;
- современные подходы к описанию химической связи в координационных и металлоорганических соединениях.

Уметь:

- применять полученные знания для написания электронных формул атомов, ионов и молекул, устанавливать взаимосвязь между строением и химическими свойствами;
- составлять диаграммы молекулярных орбиталей с привлечением представлений молекулярной симметрии;
- описать природу химической связи в координационных и металлоорганических соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей.

Владеть:

- элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения неорганических соединений.

3. Краткое содержание дисциплины

Введение. Современные теории химического строения

Раздел 1. Строение атома и периодический закон

1.1. Квантово-механическая модель атома. Электронные орбитали в водородоподобном атоме.

1.2. Многоэлектронные атомы. Эффективный ядерный заряд. Электронные термы атомов.

1.3. Периодический закон. Периодичность изменения свойств: потенциал ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, радиусов атомов и ионов.

Раздел 2. Ионная связь

2.1. Особенности соединений с ионной связью.

2.2. Основные структурные типы неорганических соединений.

2.3. Энтальпия ионной связи. Цикл Борна-Габер. Уравнения Борна-Ланде, Борна-Майера, Капустинского.

Раздел 3. Ковалентная связь

3.1. Составление молекулярных орбиталей для двухядерных и многоядерных молекул.

3.2. Определение геометрии молекул и их дипольного момента.

Раздел 4. Химическая связь в координационных соединениях

4.1 Теория кристаллического поля.

4.2 Теория молекулярных орбиталей для описания химической связи в координационных соединениях.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	96
Лекции	1,8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия элементов»

1. Цель дисциплины – углубленное изучение студентами фундаментальных основ, концепций и механизмов реакций современной неорганической химии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3.

Знать:

- фундаментальные теоретические представления неорганической химии – концепции строения неорганических соединений и механизмы неорганических реакций

Уметь:

- формировать стратегию синтеза сложных неорганических и гибридных соединений, выбирать оптимальные пути синтеза

Владеть:

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов химических реакций

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Химия s-элементов и их соединений

1.1 Общая характеристика щелочных элементов. Нахождение в природе, способы получения из природного сырья. Соединения щелочных металлов: оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды, гидриды, галогениды, нитриды, сульфиды, способы получения и свойства. Гидроксиды щелочных металлов, получение и химические свойства.

Соли щелочных металлов, способы получения и свойства. Изменение термической устойчивости карбонатов, нитратов и сульфатов в ряду литий-цезий.

Получение соды (аммиачный способ Сольве и сульфатный способ Леблана) и поташа.

Малорастворимые соли щелочных металлов. Особенности химии лития и его соединений.

1.2 Общая характеристика элементов II-A подгруппы. Нахождение в природе, способы получения из природного сырья.

Особенности химии бериллия. Физические и химические свойства бериллия, магния, и их соединений. Амфотерность соединений бериллия.

Щелочноземельные металлы (кальций, стронций, барий), способы получения и свойства. Оксиды, гидроксиды, карбонаты, сульфаты, фосфаты нитраты элементов II-A подгруппы, получение и химические свойства. Гидролиз растворимых солей бериллия и магния. Диагональное сходство соединений бериллия и алюминия, магния и лития.

Жесткость воды и способы её устранения.

Раздел 2. Химия р-элементов и их соединений

2.1. Общая характеристика элементов III-A подгруппы. Сравнительная характеристика физических и химических свойств простых веществ.

2.2. Общая характеристика элементов IV-A подгруппы. Углерод. Аллотропные модификации углерода – графит, алмаз, карбин, фуллерены, графен. Получение искусственных алмазов. Углеродные нанотрубки.

Химические свойства углерода. Важнейшие карбиды металлов, их классификация. Соединения углерода с галогенами, способы получения, свойства и практическое применение.

2.3. Общая характеристика элементов V-A подгруппы. Азот. Распространенность и нахождение азота в природе. Круговорот азота в природе. Промышленные и лабораторные способы получения азота.

2.4. Общая характеристика элементов VI-A. Кислород. Физические свойства, строение молекулы, парамагнетизм кислорода. Лабораторные способы и промышленное получение кислорода.

2.5. Общая характеристика элементов VII-A подгруппы. Галогены. Лабораторные и промышленные способы получения. Сравнительная характеристика физических и химических свойств галогенов.

Раздел 3. Химия d-элементов и их соединений

Сравнительная характеристика закономерностей изменения химических свойств d-элементов и их соединений в группах и периодах периодической системы.

Раздел 4. Химия f-элементов и их соединений

4.1. Лантаноиды. Общая характеристика элементов. Строение электронных оболочек атомов, характерные валентные состояния, устойчивые степени окисления. Распространенность элементов в природе.

Получение, физические и химические свойства элементов в металлическом состоянии. Оксиды, гидроксиды, соли, двойные и комплексные соединения; получение и свойства, гидролиз солей. Соединения церия(IV), европия (II), иттербия(II); их свойства.

Комплексные соединения с полидентантными лигандами как основа современных методов разделения и очистки редкоземельных элементов.

4.2. Actinoids. Общая характеристика элементов. Строение электронных оболочек атомов, характерные степени окисления.

Минералы тория (монацит), урана (урановая смоляная руда). Валентные состояния тория, урана. Принципы получения тория и урана из природного сырья.

Металлический торий, уран, их свойства. Оксид, гидроксид тория(IV), галогениды. Безводные и гидратированные соли тория.

Кислородные соединения урана, галогениды урана, соли уранила и четырехвалентного урана, уранаты. Комплексные соединения урана (VI) и (IV).

Соединения нептуния и плутония в высшем состоянии окисления (VII), их свойства. Области применения лантаноидов, актиноидов и их соединений.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	288	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	192	143
Лекции	1,8	64	47,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	47,6
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	47,6
Самостоятельная работа	1,6	60	46
Контактная самостоятельная работа	1,6	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60	46
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические основы химии. Введение в физическую химию»

1. Цель дисциплины – углубленное изучение студентами фундаментальных основ, концепций и механизмов реакций современной химии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
ОПК-1.1, ОПК-2.2, УК-6.1.

Знать:

- фундаментальные теоретические представления химии – концепции строения химических соединений и механизмы химических реакций

Уметь:

- формировать стратегию синтеза сложных гибридных соединений, выбирать оптимальные пути синтеза

Владеть:

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов химических реакций

3. Краткое содержание дисциплины

1.1 Вычисления с использованием закона эквивалентов. Понятие о химическом эквиваленте и факторе эквивалентности в обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Закон эквивалентов. Расчёты с использованием закона эквивалентов.

1.2. Элементы химической термодинамики. Термодинамическая система. Классификация термодинамических систем. Термодинамические функции состояния (характеристические функции). Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимия и термохимические уравнения. Масштаб тепловых эффектов различных процессов. Понятие о стандартном состоянии веществ, находящихся в конденсированной (жидкой или твёрдой) фазе, газов, растворов, слабых (ассоциированных) электролитов, комплексных ионов.

Стандартные энтальпии образования, сгорания и растворения веществ, образующих сильные электролиты в растворе.

Основной закон термохимии – закон Гесса и его следствия. Использование закона Гесса для вычисления тепловых эффектов различных процессов и энтальпий связи в молекуле.

Химически обратимые и необратимые процессы. Термодинамически обратимые равновесные процессы. Понятие об энтропии (работы Клаузиуса). Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах в изолированной системе. Критерий самопроизвольно протекающего процесса в изолированной системе.

Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Зависимость энтропии от температуры. III закон термодинамики. Энтропия и природа вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

Энергия Гиббса, её физический смысл и связь с энтальпией и энтропией. Изменение энергии Гиббса как мера химического сродства. Критерий самопроизвольного протекания процессов в изобарно-изотермических условиях.

Стандартные энергии Гиббса образования и сгорания веществ. Вычисление величин ΔG° различных процессов. Энтальпийный и энтропийный факторы процесса.

1.3. Химическое равновесие

Истинное и кажущееся химические равновесия, их признаки. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.

Константы химического равновесия K_c и K_p для газовых равновесий, взаимосвязь между ними.

Принцип смещения равновесия Ле-Шателье-Брауна. Влияние различных факторов на смещение равновесия.

Взаимосвязь величины ΔG_T° процесса с константой химического равновесия. Вычисление равновесного выхода продукта реакции. Использование данных о температурной зависимости константы химического равновесия в термодинамических расчётах.

1.4. Растворы. Равновесия в растворах

Способы выражения состава растворов. Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов электролитов и неэлектролитов. Сольватация в растворах. Идеальные растворы.

Гомогенные равновесия в растворах электролитов. Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Ионная сила растворов неассоциированных электролитов. Понятие о коэффициенте активности и активности как мере отклонения свойств компонента в реальном растворе от его свойств в идеальном растворе. Вычисление коэффициентов активности ионов и средне-ионных коэффициентов активности солей в разбавленных растворах неассоциированных электролитов.

Равновесия в растворах ассоциированных электролитов. Степень и константа электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда.

Равновесие диссоциации воды. Ионное произведение воды и зависимость K_w от температуры. Водородный и гидроксильный показатели. Шкала величин pH и pOH. Вычисление pH разбавленных растворов неассоциированных кислот и оснований с учётом и без учёта ионной силы раствора, а также pH растворов ассоциированных электролитов.

Равновесия в растворах слабых многоосновных кислот. Расчёт концентраций ионов в этих растворах, а также в растворах многоосновных кислот при заданном значении pH.

Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита. Буферные системы. Вычисление pH буферных растворов. Понятие о буферной ёмкости.

Состояние бесконечного разбавления раствора электролита. Шкала стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Вычисление константы диссоциации ассоциированных электролитов и константы устойчивости комплексных ионов по справочным термодинамическим данным.

Ступенчатая диссоциация электролитов. Альтернативные продукты реакций в растворах электролитов.

Общие сведения о комплексных соединениях. Классификация комплексных соединений. Правила составления их названий. Диссоциация комплексных соединений. Константа устойчивости и нестойкости комплексного иона. Реакции образования и разрушения комплексных соединений.

Гетерогенное равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого сильного электролита и его кристаллов. Понятие о произведении растворимости (ПР). Вычисление растворимости солей с использованием величин ПР и активностей ионов. Условия растворения и осаждения малорастворимого электролита. Влияние присутствия других ионов в растворе на растворимость малорастворимого электролита. Влияние pH на растворимость малорастворимых электролитов.

Поляризующее действие ионов солей на молекулы воды. Гидролиз солей. Гидролиз катиона и аниона. Ступенчатый гидролиз. Типы гидролиза солей: гидролиз неполный обратимый, гидролиз неполный необратимый, полный (обратимый и необратимый).

Количественные характеристики гидролиза – степень и константа гидролиза. Взаимосвязь между ними и концентрацией раствора. Способы усиления и подавления гидролиза. Равновесия в растворах солей, образованных однозарядными и многозарядными катионами и анионами сильных и слабых кислот и оснований. Расчёт pH водных растворов перечисленных выше солей. Взаимодействие растворов двух солей, взаимно усиливающих гидролиз друг друга. Смещение равновесия гидролиза.

Теории кислот и оснований. Недостаточность теории Аррениуса. Теория сольвосистем. Протонная теория кислот и оснований. Константы автопротолиза растворителя. Дифференцирующие и нивелирующие растворители. Электронная теория кислот и оснований.

1.5. Элементы химической кинетики

Основные понятия химической кинетики. Средняя скорость и скорость реакции в данный момент времени. Кинетическое уравнение. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Порядок и молекулярность реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Понятие об энергии активации. Уравнение Аррениуса. Гомогенный и гетерогенный катализ. Примеры каталитических процессов. Влияние катализатора на энергию активации.

1.6. Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы

Понятие о степени окисления элемента в соединениях. Важнейшие окислители и восстановители. Основные схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных процессах. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций – метод электронного баланса и метод электронно-ионных уравнений. Влияние различных факторов на направление и глубину окислительно-восстановительных процессов. Окислительно-восстановительные потенциалы и определение направления окислительно-восстановительных реакций. Стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Расчёт констант равновесия окислительно-восстановительных процессов из электрохимических данных. Схемы Латимера

Основные типы химических источников тока, их устройство и принципы работы.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	288	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	192	143
Лекции	1,8	64	47,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	47,6

Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	47,6
Самостоятельная работа	1,6	60	46
Контактная самостоятельная работа	1,6	-	-
Самостоятельное изучение разделов		60	46
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия»

1. Цель дисциплины – углубленное изучение студентами фундаментальных основ, концепций и механизмов реакций современной органической химии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.4, УК-6.1, УК-8.3.

Знать:

- фундаментальные теоретические представления органической химии – концепции строения органических соединений и механизмы органических реакций

Уметь:

- формировать стратегию синтеза сложных органических соединений, выбирать оптимальные пути синтеза

Владеть:

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов органических реакций.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Номенклатура органических соединений. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ). Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Эффекты заместителей. Промежуточные соединения и частицы органических реакциях. Энергетическая диаграмма реакции. Механизм реакции. Стереоиomerия, ее виды и обозначения. Понятие о кислотности и основности соединений (теории Бренстеда и Льюиса).

Раздел 2. Алифатические соединения. Насыщенные и ненасыщенные УВ. Алканы, циклоалканы, алкены, алкины, полиены (диены). В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства, способы получения. Механизмы реакций. Энергетическая диаграмма реакций.

Раздел 3. Ароматические соединения. Теории ароматичности. Соединения бензольного ряда. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения.

Раздел 4. Галогенопроизводные. Классификация. Номенклатура. Алкил- и аллилгалогениды, ароматические галогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Амбидентные нуклеофильные реагенты.

Раздел 5. Металлорганические соединения. Типы связей в элементарноорганических соединениях. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Реакции с карбонильными соединениями.

Раздел 6. Спирты. Фенолы. Простые эфиры. Эпоксисоединения. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные. В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства, способы получения. Механизмы реакций. Малоновый эфир. Получение. Строение, СН-Кислотность. Реакции конденсации малонового эфира и малоновой кислоты с альдегидами. Аминокислоты. Дикарбоновые кислоты.

Раздел 7. Азотсодержащие соединения. Нитросоединения. Амины. В каждом классе рассматриваются следующие разделы: изомерия, номенклатура, физические и химические свойства, способы получения. Механизмы реакций. Аза- и диазосоединения. Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм. Физические свойства. Химические свойства. Получение и применение азосоединений.

Раздел 8. Химия гетероциклических соединений ряда фурана, пиррола, тиафена и пиридина.

Раздел 9. Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии. Общие методы работы в лаборатории органической химии. Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание. Методы идентификации и очистки органических веществ. Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ), температуры плавления и рефрактометрии. Методы спектральной идентификации органических соединений. Цели и задачи эксперимента в органическом синтезе. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта. Синтезы веществ различных классов органических соединений. Проведение экспериментальных методов исследования реакций.

Проведение реакций, протекающих по механизмам: нуклеофильного замещения – синтез галогеналканов; нуклеофильного присоединения – синтез сложных эфиров карбоновых кислот, амидов карбоновых кислот, азотсодержащих альдегидов и кетонов; электрофильного замещения в ароматическом ряду – реакции нитрования, бромирования, сульфирования; реакций диазотирования и азосочетания; - реакций окисления (синтез ацетона, 1,4-бензохинона, бензойной кислоты) и восстановления.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2		3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	540	6	216	9	324
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,9	352	3,6	128	6,3	224
Лекции	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Практические занятия (ПЗ)	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Лабораторные работы (ЛР)	2,7	96	-	-	2,7	96
Самостоятельная работа	3,1	116	1,4	52	1,7	64
Контактная самостоятельная работа	3,1	-	1,4	-	1,7	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		116		52		64
Виды контроля:						
зач / зач с оц.			-	-	-	-

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			
			2		3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	405	6	162	9	243
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,9	267,2	3,6	97,2	6,3	170
Лекции	3,6	97,2	1,8	48,6	1,8	48,6
Практические занятия (ПЗ)	3,6	97,2	1,8	48,6	1,8	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	2,7	72,8	-	-	2,7	72,8
Самостоятельная работа	3,1	УП	1,4	37,8	1,7	46
Контактная самостоятельная работа	3,1	-	1,4	-	1,7	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		85,8		37,8		46
Виды контроля:						
зач / зач с оц.			-	-	-	-
Экзамен	2	УП	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	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Органический синтез»

1. Цель дисциплины – состоит в приобретении студентами знаний и умений в формировании компетенций в области синтеза сложных органических соединений, современных синтетических методов и реакций трансформации функциональных групп.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4.

Знать:

- сущность проблем органического синтеза, научно-технические подходы и пути их решения;
- методологические основы планирования многостадийного синтеза

Уметь:

- планировать многостадийный синтез природных соединений;

- применять современные синтетические методы синтеза для получения циклических и ациклических полифункциональных молекул

Владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области органического синтеза;
- методологическими подходами к решению проблем планирования синтеза органических соединений

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия

1.1. Выбор оптимального пути синтеза органического соединения. Селективность. Понятие о скрытой функциональной группе и синтетическом эквиваленте реагента.

1.2. Практическое проведение синтеза.

1.3. Растворители, их типы. Растворители, используемые в органическом синтезе.

Раздел 2. Защитные группы в органическом синтезе

2.1. Стратегия использования защитных групп: принципы ортогональной стабильности и модулирования лабильности защитных групп.

2.2. Защита спиртовой ОН-группы. Защита ОН-группы в фенолах. Защита тиольной группы.

2.3. Защита карбонильной группы в альдегидах и кетонах: Защита карбоксильной группы. Защита аминогруппы. Защита NH-связей в гетероциклах и амидах.

2.4. Защита СН-связей в алкинах.

Раздел 3. Методы восстановления органических соединений

3.1. Декарбоксилирование карбоновых кислот и их солей. Декарбоксилирование эфиров замещенных малоновых кислот и β-кетоефиров по Крапчо ($\text{NaCl-H}_2\text{O-DMFA}$).

3.2. Реагенты для замещения галогена на водород.

3.3. Гидрирование кратных связей.

3.4 Восстановление гидридами бора и алюминия.

3.5 Комплексные гидриды металлов как восстановители.

3.6 Восстановление ароматических соединений щелочными металлами в жидком аммиаке (Берч): закономерности реакции, ее механизм. Дезоксигенирование спиртов. Дезоксигенирование альдегидов и кетонов.

Раздел 4. Методы окисления органических соединений

4.1. Реагенты окисления. Окисление первичных и вторичных спиртов до альдегидов и кетонов.

4.2. Окисление с помощью диметилсульфоксида.

4.3. Эпоксидирование алкенов.

4.4 Окислительное расщепление связи углерод-углерод.

Раздел 5. Методы создания связи С-С с помощью металлоорганических реагентов

5.1. Литий- и магнийорганические соединения, их получение из органогалогенидов и металла. Строение литийорганических соединений. Реакции литий- и магнийорганических соединений.

5.2. Медьорганические реагенты в синтезе – получение и применение.

5.3. Реакции кросс-сочетания.

5.4. Применение титанорганических соединений в органическом синтезе.

Раздел 6. Создание двойной углерод-углеродной связи

6.1. Кислотно катализируемая дегидратация спиртов. Дегидратирующие агенты.

6.2. Реакция Виттига как региоспецифический метод синтеза алкенов.

6.3. Получение эфиров алкилфосфоновых кислот (Михаэлис-Арбузов) и их использование в синтезе алкенов (вариант Хорнера-Уэдсворта-Эммонса). Области применения реакций.

Замещение атома кислорода в карбонильной группе кетонов и сложных эфиров на метиленовую группу с помощью титаноцен-дихлорида (Ф. Теббе).

Раздел 7. Алкилирование альдегидов и кетонов

7.1. Методы генерирования енолятов с помощью алколюатов и амидов щелочных металлов и реакции с их участием.

7.2. Использование формильных (гидроксиметиленовых) производных для региоселективного алкилирования кетонов. α -Метиленирование кетонов трифторацетатом метилен-метилфениламмония.

Региоселективность присоединения нуклеофилов к α,β -непредельным карбонильным соединениям.

7.3 Реакции аннелирования. Понятие о каскадных реакциях. Бис- и трис-аннелирование.

Раздел 8. Применение кремнийорганических соединений в синтезе

8.1. Сравнение кремнийорганических соединений.

8.2. Силиловые эфиры енолов, их получение из кетонов, α,β -енонов, β -дикетонов, эфиров β -кетокислот и производных малонового эфира и их реакции.

8.3. Винилсиланы, их получение из магнийорганических соединений, из кетонов и тозилгидразина и реакцией гидросилилирования и их реакции.

8.4. Синтез алкенов взаимодействием α -литированных силанов с карбонильными соединениями (реакция Петерсона).

8.5 Аллилсиланы. Их получение из магний-, литий- и натрийорганических соединений. Десилилирование аллилсиланов с перемещением связи C=C при действии электрофильных реагентов.

8.6 Синтез этинилсиланов и расщепление связи кремний-углерод в них под действием фторид-иона и нитрата серебра.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	96
Лекции	1,8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1.4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы физики и химии высокомолекулярных соединений»

1. Цель дисциплины – знакомство студентов с наукой о высокомолекулярных соединениях, с основами способов и методов синтеза и модификации полимеров, изучения их физико-химических и физико-механических свойств, с химическими реакциями макромолекул, с корреляцией механических свойств и структуры полимеров и материалов на их основе, веществ полимерной природы.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ОПК-1.1, УК-6.1.

Знать:

- методы синтеза полимеров основными методами полимеризации;
- особенности химических реакций с участием макромолекул;
- способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации;
- основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами

Уметь:

- перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров;
- написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров

Владеть:

- современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие представления о полимерах

- 1.1. Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено
- 1.2. Основные отличия процессов полимеризации протекающих по ступенчатому и цепному механизмам

- 1.3. Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул
- 1.4. Значения констант и энергетика радикальной полимеризации
- 1.5. Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения
- 1.6. Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь
- 1.7. Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью
- 1.8. Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации
- 1.9. Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта
- 1.10. Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов
- 1.11. Значение термодинамических параметров и полимеризация
- 1.12. Циклические мономеры и виды полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла
- 1.13. Общее рассмотрение цепной сополимеризации
- Раздел 2. Ступенчатые процессы синтеза макромолекул**
- 2.1. Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования
- 2.2. Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы
- Раздел 3. Реакции с участием макромолекул**
- 3.1. Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп
- 3.2. Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы
- 4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Аналитическая химия»

1. Цель дисциплины – формирование базовых знаний о видах и способах химического анализа, методах определения состава веществ, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-2.4, УК-6.1, УК-8.3.

Знать:

- основные термины, понятия и методы качественного и количественного анализа;
- теоретические основы методов анализа, применяемых в химии;
- приборное и материальное оформление методов анализа, применяемых в химии

Уметь:

- оценивать возможности методов, обосновано выбирать соответствующий метод для решения конкретной задачи;
- математически обрабатывать результаты исследования

Владеть:

- методологией подбора методов анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Аналитическая химия, ее задачи и методы

Раздел 2. Виды химического равновесия. Титриметрические методы

- 2.1. Основные типы реакций и процессов в аналитической химии.
- 2.2. Кислотно-основное равновесие и титрование.
- 2.3. Окислительно-восстановительное титрование.
- 2.4. Комплексонометрическое титрование.

Раздел 3. Равновесие в гетерогенных системах. Гравиметрия. Методы разделения и концентрирования

- 3.1. Равновесие в системе осадок-раствор.
- 3.2. Методы разделения и концентрирования.
- 3.3. Пробоотбор и пробоподготовка.

Раздел 4. Метрологические основы химического анализа

Раздел 5. Хроматографические методы анализа

- 5.1. Теоретические основы хроматографических методов.
- 5.2. Газовая хроматография.
- 5.3. Жидкостная хроматография.
- 5.4. Планарная хроматография, другие виды хроматографии.

Раздел 6. Избранные приборные методы анализа и автоматизация аналитических определений

- 6.1. Атомно-эмиссионные, атомно-абсорбционные и другие приборные методы анализа.
- 6.2. Автоматический и автоматизированный анализ.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	48,6
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия координационных соединений»

1. Цель дисциплины – углубленное изучение студентами фундаментальных основ, концепций, методов синтеза и изучения строения координационных соединений..

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
ОПК-4.1.

Знать:

- фундаментальные теоретические представления координационной химии – концепции строения координационных соединений методы их синтеза и изучения строения.

Уметь:

- формировать стратегию синтеза координационных соединений, выбирать оптимальные пути синтеза

Владеть:

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов реакций синтеза и применения координационных соединений.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие положения и строение координационных соединений

1.1 Общие положения.

Место координационной химии в современной химии. Классификация координационных соединений Терминология химии координационных соединений (КС), номенклатура, Координационная теория Вернера. Классификация координационных соединений: по типу центрального атома, по заряду КС, по устойчивости, по характеру координируемых лигандов (ацидокомплексы, гидроксокомплексы, аммины и аммиакаты, комплексы с биолигандами, сверхкомплексы), по типу комплексов (алкоголяты, бета-дикетонаты, хелаты, комплексонаты, комплексы с криптандами, краун-эфирами, изополи- и тереполисоединения), полиядерные комплексы, по характеру связывания (КС с радикальными лигандами, КС с сигма-связью, ферроцен, аллильные и ареновые комплексы, ацетиленовые комплексы, порфириновые и фталоцианиновые КС – гемоглобин, хлорофилл).

1.2 Ионно-ковалентные и электростатические модели связи

Ионная связь, ковалентная связь, размер ионов, ионные и кристаллические радиусы, концепция эффективного атомного номера, энергии кристаллической решетки, теория отталкивания электронных пар валентной оболочки, алгоритм расчета по теории Гиллеспи, ограничения модели Гиллеспи, достоинства и недостатки электростатических теорий, классическая теория химического строения, постулаты классической теории, критерий существования молекулы, валентность.

1.3 Квантово-механические модели связи и строения.

Метод валентных схем (валентных связей), достоинства и недостатки МВС, теория кристаллического поля, предпосылки и основные положения ТКП. Слабое, сильное и промежуточное кристаллические поля, энергия стабилизации кристаллическим полем, теория поля лигандов, ковалентность центрального поля, нефелоксетический эффект, спектروхимический ряд лигандов, рамки применимости ТКП-ТПЛ, неэмпирические методы.

Раздел 2. Свойства координационных соединений.

2.1. Геометрия и стереохимия координационных соединений.

Изомерия КС: геометрическая, ионная, сольватная, координационная, координационная полимерия, структурная (солевая), изомерия координационного положения, конформационная, оптическая изомерия. Оптическая активность и хиральность. Геометрия КС и форма полиэдра. Факторы, влияющие на геометрию координационного полиэдра. Строение КС непереходных элементов. Координационные полиэдры, запрещенные по симметрии. Эффекты Яна-Теллера, геометрия координационных полиэдров и их форма, факторы, влияющие на их строение, стерические эффекты, природа центрального атома, природа лиганда, структура координационных соединений непереходных элементов, стереохимически нежесткие комплексы.

2.2 Устойчивость координационных соединений.

Комплексные соединения в растворах, константы устойчивости, прямая и обратная задачи теории химических равновесий в растворе, константы устойчивости: математическое моделирование, энтальпийный и энтропийный вклады в константу, закономерности в устойчивости координационных соединений, редкоземельные элементы, тетрад-эффект, комплексы d-переходных и непереходных металлов, внешнесферные катионы и устойчивость твердых комплексных соединений, модель «взаимного влияния», термическая устойчивость комплексных соединений

Раздел 3. Реакции координационных соединений и влияние среды

3.1 Реакционная способность КС

Описание реакционной способности. Общее теоретическое описание химического взаимодействия. Свойства потенциальных поверхностей. Симметрия и направление реакций.

3.2 Реакции замещения лигандов и кислотно-основные превращения.

Правило Пейроне-Иоргенсена. Определение и терминология, механизм взаимного влияния. Цис- и трансвлияние. Ряд трансвлияния. Комплексы платины (II). Кислотно-основные свойства комплексных соединений, теория Льюиса, теория жестких и мягких кислот и оснований, процессы замещения лигандов; лабильность и инертность комплексов, механизмы нуклеофильного замещения лигандов S_N1 и S_N2 , классификация комплексов по механизмам замещения; активационные параметры реакции; замещение в квадратных комплексах, замещение в октаэдрических комплексах, динамическое трансвлияние.

3.3 Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Классификация окислительно-восстановительных реакций, внешнесферный механизм, теория Маркуса-Хаша, перекрёстное соотношение Маркуса, внутрисферный механизм, скорость лимитируется образованием мостика, скорость лимитируется стадией переноса электрона в мостиковом интермедиате, перенос электрона к мостиковой связи, эффекты взаимного влияния, различие внутри- и внешнесферных механизмов, специальные окислительно-восстановительные реакции.

3.4 Эффекты растворителя и механизмы гетерогенных реакций.

Влияние среды на скорость химических реакций, классификация растворителей, координационные свойства растворителей, образование комплексов в растворе, ионизация и

диссоциация сольватных комплексов, описание редокс реакций в растворителе, взаимодействие ионов с растворителем, перенос электрона, реакции перезарядки, реакции с изменением координационной сферы, о механизмах гетерогенных реакций, классификация гетерогенных химических реакций, специфика координационных соединений.

3.5 Стабилизация состояний окисления.

Стабилизация состояний окисления при координации, растворы: решение прямой задачи стабильности, твёрдое состояние: решение обратной задачи стабильности, специфика «окислительно-восстановительной устойчивости», классификация окислительных состояний, влияние природы центрального иона, влияние природы лигандов, соотношения свойств центрального атома и лигандов, стабилизация состояний окисления кристаллической решеткой;

3.6 Комплексы смешанной валентности.

Проблема смешанной валентности, классификация смешанновалентных систем, окраска и электронная спектроскопия смешанно-валентных соединений, классическое описание, модели «двух-четырёх состояний», о временах наблюдения и переноса электрона, смешанновалентные кристаллические соединения, волны зарядовой плотности, эффект диспропорционирования электронной плотности в растворах.

Раздел 4. Современные координационные соединения.

4.1 Дизайн координационных соединений

Типы химического дизайна, молекулярное моделирование, молекулярный дизайн координационных соединений с органическими лигандами, молекулярные «библиотеки», супрамолекулярные и координационные соединения, от молекулярного к кристаллохимическому дизайну, принципы самосборки и самоорганизации, дизайн высокотемпературных сверхпроводников, дизайн перовскитоподобных систем, дизайн других твёрдых соединений.

4.2 Физико-химические методы исследования

Теоретические проблемы, экспериментальные проблемы, проблемы идентификации и анализа, установление химической индивидуальности комплексов, методические особенности исследования растворных систем, методические особенности исследования твердых комплексов, методы определения состояний окисления центрального иона, химические методы, физические методы идентификации состояний окисления.

4.3 Направления и особенности применения координационных соединений

КС для фотоники, создания новых материалов, медицинских применений, катализа, бионеорганической химии, красители и пигменты, гидрометаллургия и другие технологические области. Подбор и модификация органических лигандов, макроциклы, рецепторы, порфирины, фталоцианины и т.д. Кислород-, азот-, фосфор- и серусодержащие лиганды. Близкие к применению координационные соединения с органическими лигандами. Комплексы рутения (II). Обзор избранных научных публикаций за последние 5 лет.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оценкой		

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Материалы для технологий энергетики»**

1. Цель дисциплины – обобщение, закрепление и совершенствование знаний, умений и владений, обеспечивающих способность и готовность бакалавра в полной мере осуществлять научно-исследовательскую работу в области создания материалов для приложений в сфере энергетики.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-3.2.

Знать:

- физическую суть процессов получения, передачи и преобразования энергии;
- принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения

Уметь:

- находить нестандартные решения профессиональных задач

Владеть:

- современными методами и средствами исследования, проектирования систем энергообеспечения

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Типы систем хранения и запасаения энергии

- 1.1. Обзор различных систем запасаения энергии
- 1.2. Классификация источников энергии
- 1.3. Современные системы энергообеспечения

Раздел 2. Топливные элементы

- 2.1. Общий принцип работы топливных элементов
- 2.2. Классификация топливных элементов
- 2.3. Материалы катода и анода

Раздел 3. Аккумуляторы-I

- 3.1. Сравнение первичных и перезаряжаемых химических источников тока
- 3.2. Никель-кадмиевые аккумуляторы
- 3.3. Примеры промышленных применений

Раздел 4. Литий-ионные аккумуляторы

- 4.1. Сферы применений и основные ограничения
- 4.2. Способы получения материалов на основе слоистых оксидов переходных металлов
- 4.3. Методы исследования соединений

Раздел 5. Пост-ЛИА: натрий- калий-ионные, твердотельные аккумуляторы

- 5.1. Особенности твердотельных аккумуляторов

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оц.		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия»

1. Цель дисциплины – показать роль физической химии как теоретического фундамента современной химии, научить основам химической термодинамики, теории растворов и фазовых и химических равновесий, основам химической кинетики и катализа, электрохимии, дать представления о механизмах химических реакций.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-2.4, УК-6.1, УК-8.3.

Знать:

- основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах;
- способы аналитического описания свойств физико-химических систем

Уметь:

- формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии;
- получать физико-химические данные,
- проводить их математическую обработку,
- обобщать полученные результаты

Владеть:

- простейшими расчетными методами решения физико-химических задач;
- навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применением их при решении практических химических задач.

- концепциями для предсказания и объяснения результатов супрамолекулярных реакций

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в физическую химию. Основные законы и постулаты физической химии. Математический аппарат.

- 1.1 Предмет и метод термодинамики.
- 1.2 Уравнения состояния идеальных и реальных газов.
- 1.3 Первый закон термодинамики.
- 1.4 Теплоты различных процессов.
- 1.5 Термохимия. Теплоты химических реакций. Термохимические уравнения.
- 1.6 Второй закон термодинамики, его различные формулировки и их взаимосвязь.
- 1.7 Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка и область его применимости. Свойства тел вблизи абсолютного нуля. Абсолютные значения энтропии. Условия фазового равновесия.
- 1.8 Математический аппарат термодинамики.

Раздел 2. Приложения химической термодинамики. Растворы. Фазовые и химические равновесия.

- 2.1 Классификация растворов. Способы выражения состава раствора.
- 2.2 Функции смешения. Термодинамические модели растворов.
- 2.3 Энергии кристаллической решетки и сольватации ионов. Растворы электролитов.
- 2.4 Трехкомпонентные системы.
- 2.5 Окислительно-восстановительные реакции в гальваническом элементе.

Раздел 3. Формальная химическая кинетика. Катализ.

- 3.1 Основные понятия и методы формальной кинетики.
- 3.2 Постулаты формальной кинетики. Кинетический закон действующих масс, принцип независимости реакций, принцип детального равновесия.
- 3.3 Сложные реакции. Обратимые реакции первого порядка.
- 3.4 Основные понятия и применения катализа, определения и классификации.
- 3.5 Кислотно-основной катализ.
- 3.6 Гетерогенный катализ.
- 3.7 Принципы геометрического и энергетического соответствия.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	1,8	64	48,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
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		

«Квантовая химия»

1. Цель дисциплины – сформировать практические навыки работы будущих специалистов как в области фундаментальных, так и прикладных исследований строения, физико-химических свойств и спектральных характеристик молекул, молекулярных комплексов и материалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3

Знать:

- основные понятия теории строения молекул и постулаты квантовой химии;
- различные подходы к описанию химической связи и межмолекулярного взаимодействия;
- взаимосвязь между пространственным и электронным строением молекул с их спектральными характеристиками;
- современные методы молекулярной спектроскопии и границы их применимости;
- возможности современных квантово-химических и спектральных методов и области их применимости

Уметь:

- применять полученные теоретические знания при интерпретации расчетных электронных и спектральных характеристик многоатомных молекул;
- устанавливать взаимосвязь между электронной структурой и физико-химическими свойствами молекул и их комплексов

Владеть:

- элементарными навыками работы с современными квантово-химическими программами для интерпретации электронных и колебательных спектров молекул, молекулярных комплексов и материалов

3. Краткое содержание дисциплины

Введение. Взаимодействие электромагнитного излучения с молекулами

Раздел 1. Теория МО и молекулярная спектроскопия

1.1. Порядок связи и мультиплетность.

1.2. Спектроскопия молекул.

1.3. Схема спектрального эксперимента.

Раздел 2. Методы расчета колебательных спектров

2.1. Инфракрасные спектры молекул

2.2. Гармоническое приближение.

2.3. Методы расчета «колебательного уравнения Шредингера»

2.4. Методы расчета ИК спектров молекул

2.5. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий

Раздел 3. Методы расчета электронных спектров

3.1. Электронные спектры многоатомных молекул.

3.2. Электронная корреляция.

3.3. Расчеты спектров поглощения и люминесценции многоатомных молекул.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1.8	64	48.6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:		зачёт с оценкой	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Электрохимическое материаловедение»

1. Цель дисциплины – сформировать у учащихся целостное представление о природе электрохимических процессов с участием твердых веществ.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
ОПК-1.1 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1.

Знать:

- современные представления о строении заряженных границ металл-раствор и полупроводник-раствор;
- современные представления кинетике электрохимических реакций с участием твердых веществ

Уметь:

- выбрать адекватный метод исследования и рассчитать характерные параметры электрохимических реакций

Владеть:

- современными экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Строение заряженных межфазных границ

- 1.1. Электрохимические системы.
- 1.2. Скачки потенциала на межфазных границах.
- 1.3. Основные модельные представления о строении двойного электрического слоя.
- 1.4. Адсорбция с переносом заряда.

Раздел 2. Основы массопереноса в электрохимических системах

- 2.1. Суммарный поток и его составляющие.
- 2.2. Вольтамперометрия обратимых электрохимических систем.
- 2.3. Нестационарная диффузия в электрохимических системах.
- 2.4. Особенности массопереноса в твердой фазе.

Раздел 3. Основы электрохимической кинетики и методы исследования электрохимических реакций

- 3.1. Кинетика элементарного акта переноса электрона.

3.2. Кинетика сложных электрохимических реакций.

3.3. Электрохимическая коррозия и защита от коррозии.

Раздел 4. Основы электрохимических нанотехнологий

4.1. Процессы и методы в электрохимических технологиях.

4.2. Электрокатализ.

4.3. Литий-ионный и литий-кислородный источники тока.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	1,8	64	48,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

1. Цель дисциплины- формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.7, УК-8.8

Знать:

-- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;

-- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности;

Уметь:

-- идентифицировать основные опасности среды обитания человека;

-- оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;

Владеть:

-- законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;

-- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;

-- понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;

-- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

3. Краткое содержание дисциплины

1. Введение в безопасность. Основные понятия и определения. Безопасность и устойчивое развитие.

2. Человек и техносфера. Структура техносферы и ее основных компонентов. Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.

3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания.

Классификация негативных факторов среды обитания человека. Химические негативные факторы (вредные вещества). Механические и акустические колебания, вибрация и шум. Электромагнитные излучения и поля. Ионизирующее излучение. Электрический ток. Опасные механические факторы. Процессы горения и пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов. Статическое электричество.

4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения.

Основные принципы защиты. Защита от химических и биологических негативных факторов. Защита от энергетических воздействий и физических полей. Обеспечение безопасности систем, работающих под давлением. Безопасность эксплуатации трубопроводов в химической промышленности. Безопасная эксплуатация компрессоров. Анализ и оценивание техногенных и природных рисков.

5. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека. Понятие комфортных или оптимальных условий. Микроклимат помещений. Освещение и световая среда в помещении.

6. Психофизиологические и эргономические основы безопасности.

Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность. Виды и условия трудовой деятельности. Эргономические основы безопасности.

7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации.

Общие сведения о ЧС. Пожар и взрыв. Аварии на химически опасных объектах.

Радиационные аварии. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля. Чрезвычайные ситуации военного времени. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.

8. Управление безопасностью жизнедеятельности.

Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Экономические основы управления безопасностью. Страхование рисков. Государственное управление безопасностью.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	В астро н. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	64	48
Лекции (Лек)	0,89	32	24
Лабораторные занятия (Лаб)	0,89	32	24
Самостоятельная работа (СР):	1,67	44	33
Контактная самостоятельная работа	-	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60	45

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химические проблемы окружающей среды»

1. Цель дисциплины - сформировать у студентов представление о современных экологических проблемах, о физико-химических процессах, протекающих в различных компонентах окружающей среды и о степени антропогенного воздействия на эти процессы; выработать у студентов навыки системного подхода к изучению и решению экологических проблем, возникших в результате промышленно-хозяйственной деятельности человека, развить мышление, позволяющее правильно оценивать локальные и отдаленные последствия принимаемых решений для окружающей среды и человека.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, ОПК-1.1

Знать:

- основные законы общей экологии;
- закономерности строения и функционирования биосферы; современные экологические проблемы;
- основы рационального природопользования;
- основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий; строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них;
- основные понятия и принципы концепции устойчивого развития;
- основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды;
- принципы зеленой химии;

Уметь:

- применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем;

Владеть:

- понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.

3. Краткое содержание дисциплины

Введение. Мировое сообщество признает скорейшее решение проблем охраны окружающей среды в качестве главных приоритетов в дальнейшем развитии. Глобальные изменения идеологии проектирования и конкретной реализации химических производств становятся первостепенными задачами химической промышленности.

Модуль 1. Общие вопросы экологии.

Биоэкология. Понятие об экосистемах. Устойчивость экосистем Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость. Основные сведения о планете Земля. Основные понятия экологии. Законы и принципы экологии. Потоки энергии и вещества в экосистемах. Основные биогеохимические циклы (круговороты веществ). Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

Модуль 2. Строение и состав геосфер Земли. Основные физико-химические процессы, протекающие в геосферах

2.1 Атмосфера Земли. Строение атмосферы, роль фотохимических реакций в формировании состава атмосферы. Парниковый эффект. Парниковые газы в атмосфере. Климатические последствия антропогенной деятельности. Распределение концентрации озона в атмосфере. Озоновый слой. Природный цикл озона. Современное состояние озонового слоя. Последствия разрушения озонового слоя Земли для человека и биосферы в целом. Стратосферный озон и тропосферный озон: сходство и различия. Международное сотрудничество в области ограничения производства и использования озоноразрушающих веществ. Монреальский протокол. Кислотные дожди и процессы окисления примесей в тропосфере. Фотохимический смог.

2.2 Гидросфера Земли. Виды вод на Земле. Пресные воды. Гидрологический цикл. Глобальные экологические проблемы гидросферы. Главные катионы и анионы природных вод. Кислотно-основное равновесие в природных водах. Щелочность природных вод. Основные причины, этапы и последствия закисления природных водоемов. Окислительно-восстановительные процессы в природных водоемах. Стратификация природных водоемов. Процессы эвтрофикации водоемов. Причины и последствия.

2.3 Литосфера Земли. Земная кора. Почва. Строение почвенного слоя. Состав почв. Органические вещества в почве. Роль живых организмов в формировании почвенного слоя. Тяжелые металлы в почве. Деградация почв. Водная и ветровая эрозия почв.

Модуль 3. Химические производства - наиболее опасные для окружающей среды. Пути воздействия химических производств на окружающую среду. Принципиальные схемы действующих химических производств: наличие замкнутых циклов,

- нефтехимическое производства
- коксохимическое и нефтехимическое производства
- производство неорганических веществ (кислот, минеральных удобрений)
- целлюлозно-бумажная промышленность
- анилинокрасочная промышленность
- производство полимерных веществ и материалов

Модуль 4. Принципы зеленой химии:

1. Следует предотвращать выброс загрязнений, чем утилизировать отходы.
2. Химические производства должны основываться на атомно-экономных схмах.
3. Следует планировать химическое производство так, чтобы реагенты и конечные продукты были малотоксичны для человека и природы.
4. Среди целевых химических веществ следует выбирать такие, которые наряду с требуемыми свойствами, обладают низкой токсичностью.
5. Следует избегать или минимизировать использование в синтезе вспомогательных веществ (например, растворителей).

6. При планировании химического производства следует минимизировать затраты энергии и стремиться к их проведению при температуре окружающей среды и нормальном давлении.
7. Следует использовать возобновляемое сырье там, где это технически и экономически обосновано.
8. Необходимо сокращать число стадий процесса и добиваться максимального выхода продукта.
9. Предпочтительнее использовать каталитические процессы, чем реакции, требующие стехиометрического количества всех реагентов.
10. Для проведения химических процессов следует использовать биodeградируемые реагенты.
11. Аналитические методики химических производств следует развивать так, чтобы в режиме реального времени обеспечивать мониторинг продуктов реакции.
12. При разработке химических процессов следует максимально упрощать процедуры синтеза и выделения, стремясь свести к минимуму возможные аварии, взрывы или выбросы вредных веществ.

Модуль 5. Перспективы дальнейшего развития и совершенствования химических технологий, обеспечивающие устойчивое развитие мировой цивилизации.

Понятие об устойчивом развитии. История становления понятия. Вклад отечественных ученых. Цели устойчивого развития ООН. Международное сотрудничество в области устойчивого развития. Промышленная экология и зеленая химия как инструмент обеспечения устойчивого развития. Ранжирование химических технологий с точки зрения их влияния на окружающую среду. Экологическая этика.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48,15
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов		43,8	32,85
Вид итогового контроля:	Зачёт		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая культура и спорт»

1 Цель дисциплины - качеств, чувства ответственности, самостоятельности в принятии решений, способности использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3.

Знать:

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта;
- спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.

Уметь:

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности.

Владеть:

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Предмет Физическая культура и спорт. История ФКиС

1.1. ПРЕДМЕТ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра. Организация учебного процесса в рамках действующей рейтинговой системы. Требования к зачету.

1.2. ИСТОРИЯ СПОРТА. Происхождение физических упражнений и игр. Древние олимпиады. Олимпийское движение. Спортивные общества: история физкультурно-спортивных общественных организаций. Спортсмены в годы Великой отечественной войны.

Раздел 2. Основы здорового образа жизни

2.1. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ И САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ.

Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Педагогический контроль. Самоконтроль: его основные методы, показатели, критерии и оценки. Профилактика спортивного травматизма. Основные виды травм у разных специализаций. Оказание первой помощи для студентов вузов химико-технологического профиля.

2.2. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. Гигиена физического воспитания и спорта. Режим питания при занятиях физической культурой и спортом. Социальная гигиена. Социально-опасные болезни и меры профилактики.

Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта

3.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА. Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Физическое развитие человека. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды.

3.2. ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Здоровье человека как ценность. Здоровый образ жизни и его составляющие. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Социальный характер последствий для здоровья от употребления наркотических средств и других психоактивных веществ (ПАВ), допинга и пищевых добавок в спорте, алкоголя и табакокурения. Допинг как искусственное повышение физической работоспособности и его отрицательные последствия.

Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт

4.1. ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ. Методические принципы физического воспитания. Основы и этапы обучения движениям. Развитие физических качеств. Формирование психических качеств в процессе физического воспитания. Спортивная подготовка. Структура подготовленности спортсмена. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи. Спортивные соревнования как средство и метод общей и специальной физической подготовки студентов.

4.2. Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности бакалавра. Личная и социально-экономическая необходимость психофизической подготовки человека к труду. Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Производственная физическая культура и спорт. Производственная гимнастика. Особенности выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры и спорта. Дополнительные средства повышения общей и профессиональной работоспособности. Влияние индивидуальных особенностей и самостоятельных занятий физической культурой и спортом на организм.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	72	1	36	1	36
Лекции (Лек)	0,2	8	0,1	4	0,1	4
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	54	1	27	1	27
Лекции (Лек)	0,2	6	0,1	3	0,1	3
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

1 . Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности, получении навыка в одном из выбранных видов спорта.

2 . В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3.

Знать:

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева. спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Уметь:

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки.

Владеть:

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретическо-методические основы физической культуры и спорта. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Способы регламентации нагрузки: Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Основные фазы оздоровительной тренировки. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО. Методика организации и проведения видов испытаний ГТО. Система взаимодействия в сфере физической культуры и спорта. Воспитание физических качеств, обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Единый календарный план физкультурных и спортивных мероприятий). Организация спортивных мероприятий. Олимпийская хартия. Федеральные (специальные, национальные) законы спорте. Классификация спортивных соревнований. Нравственные отношения в спорте. Fair Play

(«Честная игра») – как основа этичного поведения в спорте. Кодекс спортивной этики. Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА. Кодекс ВАДА. Международная конвенция о борьбе с допингом в спорте.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В академ. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	328	66	98	98	66
Контактная работа – аудиторные занятия	192	32	64	64	32
Практические занятия (ПЗ)	192	32	64	64	32
Самостоятельная работа (СР)	136	34	34	34	34
Контактная самостоятельная работа	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	135,2	33,8	33,8	33,8	33,8
Вид итогового контроля: зачет / экзамен	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестр			
		I	II	III	IV
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	246	49,5	73,5	73,5	49,5
Контактная работа – аудиторные занятия	144	24	48	48	24
Практические занятия (ПЗ)	144	24	48	48	24
Самостоятельная работа (СР)	102	25,5	25,5	25,5	25,5
Контактная самостоятельная работа	0,6	0,15	0,15	0,15	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	101,4	25,35	25,35	25,35	25,35
Вид итогового контроля: зачет / экзамен	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Аннотация рабочей программы модуля «Введение в информационные технологии»

1. Цель модуля – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения модуля у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи модуля – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

2. В результате изучения модуля обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1, ОПК-3.2, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2

В результате освоения модуля студент должен:

Знать:

– процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии).

– современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

– выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

– анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

– навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными.

– навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

1 семестр – Основы информационных технологий

Раздел 1. Введение в информационные технологии.

1.1. Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office. Классификация программных средств. Системное и прикладное программное обеспечение ПК. Обзор операционных систем (ОС). Принципы создания и состав ОС: ядро, интерфейс, драйверы. Краткая характеристика WINDOWS, модульный принцип построения. Среда WINDOWS: окна, их элементы, работа в многооконном режиме.

1.2. Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.

1.3. Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц. EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.

1.4. EXCEL. Операции с массивами. Разработка и реализация простейших алгоритмов с использованием возможностей редактора (нахождение максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождение суммы элементов вектора и матрицы, вычисление матричных выражений). Решение вычислительных задач с использованием таблиц. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы.

1.5. EXCEL Построение графиков и диаграмм. Расчет функциональных зависимостей и построение графических изображений с использованием стандартных функций EXCEL и мастера функций. Построение поверхностей с использованием мастера диаграмм. Построение линий тренда.

Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.

2.1. Алгоритмы, типы алгоритмов. Понятие алгоритма и его свойства. Способы записи алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Пакет компьютерной математики MATLAB. Характеристики языков программирования. Эволюция и классификация языков программирования, императивные, функциональные, логические, объектно-ориентированные, их комбинации. Понятия трансляции, компиляции,

интерпретации, их различия. Языки программирования высокого уровня. Структурное программирование, его особенности. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica.

2.2. Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации. Операторы языка программирования MATLAB. Основные решатели (solvers) MATLAB для реализации вычислительных алгоритмов. Библиотека стандартных функций size, length, numel, zero, ones, linspace, sum, abs, sin, cos, exp, log, sqrt, num2str, disp, printf.

2.3. Построение графиков функции одной и двух переменных. Использование функций plot, subplot, polar, mesh, surf, polar, meshgrid, surf, contour, оформление графиков (заголовки, подписи по осям и пр.).

2.4. Операции над массивами: векторами и матрицами - сложение, умножение, транспонирование, обращение (inv), вычисление нормы (norm), ранга (rank) и определителя матрицы (det). Алгоритмы нахождения максимального, минимального элемента в массиве, алгоритмы сортировки и их реализация (например, Selection Sort).

Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB.

3.1. Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода. Элементы теории погрешностей, классификация погрешностей, абсолютная и относительная погрешность, понятие функции нормы. Введение в статистику. Алгоритмы для статистической обработки информации (вычисление точечных и интервальных оценок результатов измеряемой величины), их реализации в ПКМ MATLAB. Использование функций min, max, median, var, polyfit, polyval.

3.2. Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности. Функции MATLAB для работы с многочленами polyval, polyval, polyfit, polyder, polyint.

3.3. Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций trapz, quad, integral.

3.4. Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения $f(x)=0$. Отделение корней. Алгоритмы уточнения корня (метод половинного деления, Ньютона, простой итерации). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB по блок-схемам и с использованием решателей roots, fzero.

3.5. Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции. Вычислительные алгоритмы нахождения локальных и глобальных экстремумов (метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения), их реализации по блок-схемам и с использованием решателя fminbnd в среде MATLAB.

Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.

4.1. Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети. Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы (особые языки, на которых обмениваются информацией компьютеры в сети, например, TCP, TCP/IP, UDP).

4.2. Глобальные сети различного масштаба (WAN – Wide Area Net, MS Network, Internet). Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации: надежность компьютера, сохранность данных, защита от внесения изменений неуполномоченными лицами, сохранение тайны переписки в электронной сети. Алгоритмы защиты информации: методы защиты, компьютерные вирусы и борьба с ними. Методы реализации защиты информации: программные, аппаратные, организационные.

4.3. Информационные системы. Системы управления базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.

4.4. Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора. Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.

2 семестр – Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности

Раздел 5. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.

5.1. Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП). Создание и использование дистрибутива Anaconda. Инфраструктуры Spyder, Jupiter, структура языка. Основные структуры данных (список кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.

5.2. Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод).

5.3. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции if, for, while.

5.4 Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB. Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python. Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.

5.5 Построение графиков в Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.

Раздел 6. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

6.1. Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

6.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Решение СЛАУ в Python с использованием модулей numpy.linalg и scipy.linalg. и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.

6.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

Раздел 7. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.

7.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента.

7.2. Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

7.3. Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК `scipy.polyfit`, `scipy.optimize.least_squares`, `scipy.optimize.lsqr_linear`.

7.4.. Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СЧУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

7.5. Методика использования решателей в модуле `scipy.optimize`, функции `root_scalar`, `root`.

Раздел 8. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами.

8.1. Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.

8.2. Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле `scipy.optimize` Встроенные методы SciPy, функции `minimize_scalar`, `minimize`.

8.3. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов в Python. Выбор решателя в модуле `scipy.integrate`, функции `solve_ivp`, `solve_bvp`.

4. Объём модуля и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	4	144	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,78	136	2,36	85	1,42	51
в том числе в форме практической подготовки	1	36	0,50	18	0,50	18
Лекции	0,47	17	0,47	17	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	0,94	34	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки	0,50	18	0,25	9	0,25	9
Лабораторные работы (ЛР)	1,89	68	0,94	34	0,94	34
в том числе в форме практической подготовки	0,50	18	0,25	9	0,25	9
Самостоятельная работа	1,22	44	0,64	23	0,58	21
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,64	-	0,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8		23		20,8
Виды контроля:						
Зачёт			-	-	+	+
Экзамен			+	+	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	-	-
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		-
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачёт	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	162	4	108	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,78	102	2,36	63,75	1,42	38,25
в том числе в форме практической подготовки	1	27	0,50	13,5	0,50	13,5
Лекции	0,47	12,75	0,47	12,75	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	38,25	0,94	25,5	0,47	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,50	13,5	0,25	6,75	0,25	6,75
Лабораторные работы (ЛР)	1,89	51	0,94	25,5	0,94	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,50	13,5	0,25	6,75	0,25	6,75
Самостоятельная работа	1,22	33	0,64	17,25	0,58	15,75
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,22	0,15	0,64	-	0,58	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		32,85		17,25		15,6
Виды контроля:						
Зачёт			-	-	+	+
Экзамен			+	+	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	-
Подготовка к экзамену.		26,7		26,7		-
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет	

Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Современный неорганический синтез»

1. Цель дисциплины – сформировать у учащихся целостное представление о современных методах неорганического синтеза и сформировать необходимые экспериментальные навыки в области неорганического синтеза.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

– способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции;

– основные методы выделения веществ из реакционных смесей. Использование фазовых диаграмм в неорганическом синтезе;

– типы химических реакций, используемых в неорганическом синтезе;

– общие принципы получения металлов, неметаллов и основных классов неорганических соединений

Уметь:

– выбрать рациональный способ синтеза соединения;

- пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения;
- разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике

Владеть:

- современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки веществ

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы неорганического синтеза

- 1.1. Предмет, цель и задачи неорганического синтеза
- 1.2. Выделение веществ из гомогенных и гетерогенных смесей
- 1.3. Декантация
- 1.4. Лиофилизация.

Раздел 2. Реакции синтеза неорганических веществ

- 2.1. Основные типы реакций неорганического синтеза
- 2.2. Гидролиз и его значение в синтезе неорганических соединений
- 2.3. Окислительно-восстановительные реакции в неорганическом синтезе
- 2.4. Реакции в твёрдой фазе
- 2.5. Реакции с участием газов

Раздел 3. Общие принципы синтеза неорганических соединений

- 3.1. Синтез кислот, оснований и солей
- 3.2. Получение галогенидов, сульфатов, сульфитов, сульфидов
- 3.3. Получение нитратов, карбонатов, основных, двойных и комплексных солей
- 3.4. Получение кислот, щелочей и нерастворимых оснований

Раздел 4. Получение металлов и неметаллов в неорганическом синтезе

- 4.1. Восстановление оксидов
- 4.2. Восстановление металлов
- 4.3. Электролиз расплавов и растворов солей
- 4.4. Получение высокочистых металлов
- 4.5. Получение хлора, брома, йода, кислорода, азота, водорода

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.6	128	96
Лекции	1.8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1.4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Супрамолекулярная химия»

1. Цель дисциплины – углубленное изучение студентами фундаментальных основ, концепций и механизмов реакций современной супрамолекулярной химии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями индикаторами их достижений:
ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

- фундаментальные теоретические представления супрамолекулярной химии – концепции строения супрамолекулярных соединений и механизмы их образования.

Уметь:

- формировать стратегию синтеза сложных супрамолекулярных соединений, выбирать оптимальные пути их синтеза

Владеть:

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов супрамолекулярных реакций

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Природа супрамолекулярных взаимодействий.

1.1 Введение в супрамолекулярную химию.

Системы классификации супрамолекулярных структур, функциональная классификация, структурная классификация.

1.2. Многообразие и комплексный характер супрамолекулярных взаимодействий. Регистрация водородных связей в ИК- и ЯМР-спектрах.

1.3. Природа π - π -стэкинга.

1.4. Ион-ионные взаимодействия.

1.5 Связывание катионов

1.6 Связывание анионов

1.7. Связывание нейтральных молекул

1.8 Темплатны и самосборка 1

Ограничения традиционного органического синтеза.

1.9. Темплаты и самосборка 2

Примеры самосборки.

Раздел 2. Молекулярные устройства

2.1. Определение и философия молекулярных устройств.

2.2. Супрамолекулярная фотохимия

2.3. Фотохимические и электрохимические устройства на основе бипиридила и фенантролина. Бипиридил, фенантролин и их аналоги.

2.4. Молекулярные электронные устройства 1

Устройства для преобразования света.

2.5. Молекулярные электронные устройства 2. Молекулярные проводы.

2.6. Молекулярные переключатели и выпрямители

2.7. Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов

2.8. Фотохимические устройства на основе дендримеров

2.9. Перспективы развития супрамолекулярной химии.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	1,4	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	1,4	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44,4	32,7
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44	32,4
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Современные композиционные материалы»

1. Цель дисциплины – повышение общенаучной и методологической компетенции в области технологии композиционных и нетканых материалов получаемых на основе полимеров. Указанные компетенции необходимы для решения профессиональных задач в области химии и технологии полимеров.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3.

Знать:

- основные области применения нетканых материалов различных типов;
- виды полимерных композиционных материалов (ПКМ), способы наполнения, принципы создания и расчета основных свойств;
- существующие физико-химические и спектральные методы исследования структуры и свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ) и их специфику;
- технологии и оборудование, используемое при производстве полимерных нетканых материалов (ПНМ);
- физические и принципы, лежащие в основе каждого метода получения НМ и ПКМ;
- основные типы используемого технологического оборудования и принцип их работы

Уметь:

- разрабатывать возможность комплексного подхода для анализа свойств ПКМ двумя и более различными методами;
- правильно выбрать марку исходного полимера и вспомогательных компонентов для производства требуемого нетканого материала;
- контролировать основные параметры технологического режима производства ПНМ;
- определять возможную причину технологического брака и уметь ее устранить;
- выбрать связующие и тип наполнителя для создания ПКМ и ПНМ с требуемыми потребительскими свойствами;
- выбирать последовательность методов для исчерпывающего анализа химических, физико-химических и механических свойств ПКМ

Владеть:

- методами расчета основных свойств композиционных материалов в зависимости от свойств наполнителя и связующих;
- прогностическими и аналитическими методами определения основных физическо-механических свойств композиционных и нетканых материалов;
- способностью оценивать достоверность и точность анализа и его результатов;
- навыками работы на рутинных приборах общего пользования

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Технология полимерных композиционных материалов (ПКМ)

12.1. Введение. Основные понятия и термины.. Классификация ПКМ их назначение и требования предъявляемые к ним. Факторы, влияющие на свойства ПКМ.

12.2. Физико-химические принципы создания ПК. Влияние фазовой структуры на свойства ПКМ.

12.3. Наполнители используемые при создании ПКМ.

12.4. Газонаполненные ПКМ, их способы получения, типы и основные свойства. Газообразователи- порофоры.

Раздел 2. Нетканые материалы (НМ)

2.1. Введение. Основные свойства и области применения полимерных нетканых материалов. Свойства основных крупнотоннажных полимеров используемых для получения НМ. Стадии получения полимерных НМ.

2.2. Фильерные способы получения НМ технологии и оборудование. Фильерно-раздувные способы. Композитные многослойные материалы СМС и СММС.

2.3. Гидроструйный способ получения НМ, технология и используемое оборудование. Электропрядение – способ получения НМ с волокнами несущими статический заряд. Сухие и плюсовые способы прядения наполненных волокон для адсорбционноактивных НМ.

2.4. Основные области применения НМ. Нетканые материалы в средствах гигиены. Биоразлагаемые нетканые материалы – способы получения.

Раздел 3. Конструкционные газонаполненные ПКМ для аэрокосмической промышленности

3.1. Авиационные пены Рохасел, способы синтеза и основные свойства.

3.2. Поликаримидные пены – блочный и растворный способы синтеза исходного сополимера.

3.3. Полиакрилимидные пены, синхронизация процессов вспенивания и имидизации.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1.8	64	48.6
Лекции	0.9	32	24.3
Практические занятия (ПЗ)	0.9	32	24.3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1.2	0,4	0,4 32,6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43.6	
Вид итогового контроля:		зачёт с оценкой	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия твердого тела»

1. Цель дисциплины – овладение бакалаврами систематическими знаниями по химии твердого тела, изучение строения, физико-химических свойств и основных принципов получения твердых тел.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3.

Знать:

- причины образования дефектов кристаллической структуры и их классификацию;
- характер влияния равновесных и неравновесных дефектов на структурно-чувствительные свойства твердых тел;
- основные представления о зонной теории и статистике равновесных носителей заряда в твердом теле.
- основные представления об изделиях вакуумной и твердотельной электроники и роли дефектной структуры материалов в этих приборах;
- экспериментальные методы управления концентрацией и природой равновесных дефектов в твердом теле;

Уметь:

- рассчитывать термодинамические характеристики дефектных бинарных неорганических кристаллов;
- самостоятельно определять кристаллическую структуру различных объектов;
- обсуждать результаты проведенного исследования, ориентироваться в современной литературе по кристаллографии и химии твердого тела в различных областях науки и производства, вести дискуссию по вопросам закономерностей и использования современных физико-химических методов анализа твердофазных веществ;

Владеть:

- теорией и навыками практической работы;
- пониманием определяющей роли равновесных дефектов кристаллической структуры при получении материалов с заранее заданными структурно-чувствительными свойствами;

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1 Равновесные дефекты в объеме твердого тела

1.1. Типы разупорядочения в кристаллах чистых бинарных соединений. Основные типы собственного атомного разупорядочения (по Шоттки, по Френкелю, антиструктурное). Энергия атомного разупорядочения и методы ее определения. Квазихимический метод; квазихимические реакции с участием дефектов.

1.2. Электронное разупорядочение в кристаллах; свободные электроны и дырки. Нейтральные и заряженные атомные дефекты. Элементы зонной теории твердого тела. Сравнение структурно-чувствительных свойств металлов, полупроводников и диэлектриков с точки зрения зонной теории.

1.3. Примесные атомные дефекты. Легирование кристаллов. Современные физические и химические методы легирования; определение концентрационных профилей легирования. 1.4. Донорно-акцепторные свойства собственных и примесных атомных дефектов. Ассоциация атомных дефектов ее влияние на структурно-чувствительные свойства твердых тел.

1.5. Статистика электронов и дырок в твердом теле. Функция распределения Ферми-Дирака. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Химический потенциал электрона. Уровень Ферми. Полупроводники n- и p- типа. Скомпенсированные полупроводники. Границы применения зонной теории твердого тела.

Раздел 2 Равновесие кристалла бинарного соединения с газовой фазой одного из компонентов.

2.1. Полное равновесие собственных дефектов в кристаллах чистых бинарных соединений. Метод Броуэра. Частичное равновесие и отклонение от стехиометрии. Закалка. Управление составом и свойствами кристаллов бинарных соединений на примере систем "оксид - кислород", "сульфид сера". Односторонние и двухсторонние фазы. Факторы, определяющие ширину области гомогенности. Термодинамический p-n-переход. Электронные и ионные полупроводники.

2.2. Обзор структурно-чувствительных свойств кристаллов оксидов и халькогенидов переходных металлов, полупроводниковых соединений $A^N B^{8-N}$.

2.3. Определение природы доминирующих дефектов.

Раздел 3. Равновесие дефектов в кристаллах соединений

3.1. Равновесие дефектов в кристаллах соединений, содержащих примесные атомы. Гетеровалентный изоморфизм. Механизмы внедрения примесей: механизм контролируемых атомных дефектов и механизм контролируемых электронных дефектов. (контролируемой валентности). Донорно-акцепторные свойства примесей. Влияние состава газовой фазы на растворимость и механизм внедрения примесей. Взаимное влияние двух примесей на растворимость. Принцип компенсации заряда.

3.2. Управление структурно-чувствительными свойствами кристаллов контролируемым введением примесей: люминесценция, электропроводность, магнитные свойства и др.

Раздел 4. Основные методы исследования структурно-чувствительных свойств кристаллов

4.1. Оптические методы исследования реальной дефектной структуры твердых тел. Характеристики неравновесного состояния электронов и дырок в полупроводниках. Генерация, рекомбинация и среднее время жизни неравновесных носителей. Рекомбинационная люминесценция. Фото- и катодолюминесценция. Люминесценция как метод исследования топкой дефектной структуры твердых тел. Оптические спектры поглощения и отражения кристаллов. Спектроскопия диффузного отражения, ее приложения для определения зонной структуры твердого тела, характера взаимодействия дефектов.

4.2. Исследование электропроводности кристаллов в зависимости от температуры, состава и давления газовой фазы- один из основных методов изучения равновесий атомных и электронных дефектов в твердом теле.

4.3. Применение методов рентгенографии, электронной спектроскопии и микроскопии, пикнометрического анализа для определения дефектной структуры твердого тела.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	1,8	64	48,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Гетероциклические структуры в материаловедении»

1. Цель дисциплины – создание основы для понимания строения и превращений химии гетероциклических соединений с учетом того, что типы реакций и факторы, влияющие на их протекание, вытекают из самой органической химии, и поэтому едины для органической химии и химии гетероциклических соединений.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.5.

Знать:

- типы реакционной способности гетероцикла исходя из его структурной формулы;
- основные термины и понятия химии гетероциклических соединений; современные тенденции химии гетероциклов, их применение;
- номенклатуру химии гетероциклических соединений

Уметь:

- планировать синтез целевой структуры путем введения и модификации функций в различные положения гетероцикла (на основе изученных паттернов реакционной способности);

- планировать синтез целевой структуры на основе базовых принципов создания гетероциклического ядра путем циклизаций или рециклизаций

Владеть:

- современными синтетическими методами применительно к химии гетероциклических соединений

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие представления

1.1. Общие представления о структуре, физико-химических свойствах и устойчивости гетероциклических соединений. Биологически значимые гетероциклы.

1.2. Взаимопревращения, специфика химических свойств, базовые подходы и методы синтеза насыщенных, частично и полностью сопряженных гетероциклов. Раскрытие и замыкание циклов, реакции рециклизации (ANRORC)

Раздел 2. Макроциклы

2.1. Пятичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома

2.2. Пятичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов

- 2.3. Бензоаннелированные пятичленные гетероциклы
- 2.4. Шестичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома
- 2.5. Шестичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов
- 2.6. Бензоаннелированные шестичленные гетероциклы
- 2.7. Четырех- и трехчленные гетероциклы
- 2.8. Семичленные гетероциклы и циклы большего размера
- 2.9. Элементоорганические, металлациклы и трехмерные системы
- 2.10. Полигетероциклы

Раздел 3. Ретросинтетический анализ

- 3.1. Ретросинтетический анализ линейно связанных гетероциклов
- 3.2. Ретросинтетический анализ полигетероциклов и гибридных систем

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Биохимия и экология человека»

1. Цель дисциплины – обобщение, закрепление и совершенствование знаний, умений и владений, обеспечивающих способность и готовность бакалавра в полной мере осуществлять научно-исследовательскую работу в области биохимии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, УК-1.1, УК-1.2.

Знать:

- о месте биохимии в системе наук о жизни и взаимоотношения биохимии, органической и биоорганической химии;
- строение и функции клетки и клеточных органелл;
- строение и биологические функции важнейших биополимеров и биорегуляторов
- процессы ферментативного катализа, обмена углеводов, белков и липидов, мембранного транспорта, превращения энергии

Уметь:

- применять биохимические знания в решении химико-технологических, инженерно-экологических и социальных проблем

Владеть:

- современными методами исследования в биохимии;
- навыками планирования экспериментально-исследовательской работы

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Элементы клеточной теории

Раздел 2. Основные классы биологически активных соединений

Раздел 3. Общие аспекты организации метаболизма

Раздел 4. Обмен углеводов и липидов.

Раздел 5. Биоэнергетика

Раздел 6. Биорегуляторы.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1.8	64	48.6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:		зачёт с оценкой	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Рентгеноструктурный анализ материалов»

1. Цель дисциплины – освоение студентами фундаментальных знаний в области рентгеновской и электронной дифракции на поликристаллических материалах и основных практических методов решения научных задач в данной области.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, УК-6.1, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3

Знать:

- физические основы дифракционных методов исследования материалов; математические основы теории дифракции;
- особенности дифракции на поликристаллических материалах;
- особенности аппаратуры для регистрации дифрактограмм;
- современные методы анализа дифракционных данных, основы структурного анализа

Уметь:

- правильно спланировать дифракционный эксперимент (пробоподготовка, оптимальная конфигурация прибора, режим съемки);
- выбрать оптимальный метод решения исследовательской задачи, провести первичную обработку дифрактограмм, решать стандартные задачи полнопрофильного анализа

Владеть:

- современными методами анализа дифракционных данных, включая методы полнопрофильного анализа (метод Ритвельда);
- программными пакетами для обработки дифрактограмм поликристаллических материалов, навыками определения параметров элементарной ячейки;
- уточнения кристаллических структур и определения параметров микроструктуры

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы кристаллохимии

1.1. Симметрия кристаллов

1.2. Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом

1.3. Основы кинематической теории дифракции

1.4. Дифракция на реальных системах. Теоретическая дифрактограмма

1.5. Экспериментальная техника дифракционного эксперимента

Раздел 2. Первичная обработка дифрактограммы

2.1. Профильный анализ. Качественный рентгенофазовый анализ. Базы данных ICDD

2.2. Индексирование дифрактограмм. Определение параметров элементарной ячейки.

2.3. Симметрия обратного пространства. Взаимосвязь дифрактограммы и кристаллической структуры соединения.

2.4. Применение дифракции к исследованию структурных фазовых переходов. Метод гомологии.

2.5. Методы решения кристаллической структуры по порошковым дифракционным данным.

2.6. Уточнение кристаллических структур. Метод Ритвельда

2.7. Количественный рентгенофазовый анализ

Раздел 3. Текстура поликристаллических образцов

3.1. Методы анализа текстуры

3.2. Дифракция рентгеновского излучения на нанобъектах. Влияние микроструктуры образца на вид дифрактограмм.

3.3. Электронная и нейтронная дифракция.

3.4. Исследование тонких пленок, рефлектометрия

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторские занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44	33
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы физики конденсированного состояния»

1. Цель дисциплины продемонстрировать многообразие физических явлений, происходящих в конденсированной фазе вещества.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

- современные представления о кристаллических структурах;
- об экспериментальных методах их определения;
- о фононной и электронной подсистемах твердого тела;

- о классификации твердых тел

Уметь:

- оценивать характерные параметры различных подсистем в конденсированной фазе;
- уметь ориентироваться в многообразии физических явлений конденсированного

состояния

Владеть:

- современными теоретическими методами описания взаимодействий атомов и электронов в кристалле;
- современными теоретическими представлениями о термодинамических, оптических и магнитных свойствах твердых тел

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Кристаллические решетки и свойства кристаллов

- 1.1. Кристаллические структуры.
- 1.2. Обратная решетка.
- 1.3. Типы связей в кристаллах.
- 1.4. Фононы как колебания кристаллической решетки.
- 1.5. Дефекты в кристаллах.
- 1.6. Тепловые свойства кристаллов.

Раздел 2. Электронные свойства твердого тела

- 2.1. Металлическая связь.
- 2.2. Электрон в периодическом потенциале.
- 2.3. Метод сильной связи.
- 2.4. Полупроводники.
- 2.5. Контактные явления в полупроводниках.
- 2.6. Магнетизм.
- 2.7. Сверхпроводимость.
- 2.8. Оптические явления в кристаллах.
- 2.9. Учет взаимодействия электронов.
- 2.10. Теория функционала плотности.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	96
Лекции	1,8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
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		

1. Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с основными принципами современных методов исследования веществ и материалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

- базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества;
- методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований;
- специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;
- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных

Уметь:

- планировать стратегию установления строения вещества;
- рационально сочетать различные методы исследования строения вещества;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества;
- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений

Владеть:

- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;
- методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;
- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов;
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

- 1.1. Общая характеристика и классификация методов исследования
- 1.2. Природа электромагнитного излучения
- 1.3. Классификация спектральных методов по длинам волн

Раздел 2. Масс-спектрометрия

- 2.1. Области применения масс-спектрометрии
- 2.2. Методы ионизации молекул
- 2.3. Основные характеристики масс-спектрометров
- 2.4. Теория ионизации молекул
- 2.5. Типы ионов
- 2.6. Структурно-аналитические задачи

Раздел 3. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой (УФ) областях

- 3.1. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях
- 3.2. Спектры поглощения в видимой и УФ-областях
- 3.3. Теория поля лигандов
- 3.4. Люминесценция

Раздел 4. Методы исследования оптически активных веществ

- 4.1. Дисперсия оптического вращения
- 4.2. Оптический круговой дихроизм

Раздел 5. Колебательная спектроскопия

- 5.1. Квантовомеханический подход
- 5.2. Инфракрасная спектроскопия
- 5.3. Спектроскопия комбинационного рассеяния
- 5.4. Специфичность колебательных спектров

Раздел 6. Ядерный магнитный резонанс

- 6.1. Явление ядерного магнитного резонанса
- 6.2. Динамический ЯМР
- 6.3. Двойной резонанс

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4 семестра		5 семестра	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	324	3	108	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	192	1,8	64	3,6	128
Лекции	2,7	96	0,9	32	1,8	64
Практические занятия (ПЗ)	2,7	96	0,9	32	1,8	64
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,6	96	1,2	44	1,4	52
Контактная самостоятельная работа	2,6	0,4	1,2	0,4	1,4	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6		43,6		52
Виды контроля:						
Зачёт с оценкой			+	+	-	-
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			
			4 семестра		5 семестра	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	243	3	81	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	145,8	1,8	48,6	3,6	97,2
Лекции	2,7	72,9	0,9	24,3	1,8	48,6
Практические занятия (ПЗ)	2,7	72,9	0,9	24,3	1,8	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,6	70,8	1,2	33	1,4	37,8
Контактная самостоятельная работа	2,6	0,3	1,2	0,3	1,4	37,8
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		40,5		32,7		
Виды контроля:						
Зачёт с оценкой			+	+	-	-
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	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Экономика инноваций»

1. Цель дисциплины – формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков в сфере экономики, технологического предпринимательства и управления инновационными проектами.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5., УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3

Знать:

- основы предпринимательства и управления фирмой;
- основы финансового управления и моделирования

Уметь:

- планировать и проектировать коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности;
- формировать проектную команду;
- анализировать потребительское поведение и прогнозировать продажи;
- проводить оценку эффективности инновационной деятельности

Владеть:

- приемами работы на рынке коммерциализации инновационных технологий;
- технологией бережливого стартапа;
- технологией разработки финансовой модели проекта

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в экономику

- 1.1. Микроэкономика.
- 1.2. Макроэкономика.
- 1.3. Основы предпринимательства.
- 1.4. Маркетинг.

- 1.5. Менеджмент.
- 1.6. Основы финансового управления.
- 1.7. Основы финансового моделирования.
- 1.8. Экономические и неэкономические воздействия.
- 1.9. Институционализм и поведенческая экономика.

Раздел 2. Инновационное развитие

- 2.1. Введение в инновационное развитие.
- 2.2. Инновация как проект.
- 2.3. Инновационная среда.
- 2.4. Подготовка презентации инновационных проектов.
- 2.5. Итоговая презентация инновационных проектов.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид итогового контроля:	зачёт		

Аннотация рабочей программы дисциплины «DFT-методы»

1. Цель дисциплины – обобщение, закрепление и совершенствование знаний, умений и владений, обеспечивающих способность и готовность бакалавра в полной мере осуществлять научно-исследовательскую работу в области компьютерного моделирования материалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3.

Знать:

– возможности и проблемы компьютерного моделирования функциональных материалов;

– особенности электронной структуры кристаллов;

– основы теории функционала плотности (ТФП);

– различные программные реализации ТФП

Уметь:

– использовать методы теории функционала плотности для моделирования материалов;

– пользоваться специализированными компьютерными программами для расчета атомной и электронной структуры материалов

Владеть:

– современными методами моделирования материалов, поверхностей, дефектов

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Электронная структура кристаллов

1.1. Зонная структура кристаллов и ее связь с молекулярными орбиталями. Основные типы кристаллических решеток.

1.2. Состояния Блоха, обратное пространство, к-точки, зоны Бриллюэна. Плотность состояний, проекция на атомные орбитали.

1.3. Металлы, полупроводники, изоляторы. Энергия Ферми.

Раздел 2. Уравнение Шрёдингера для много-электронных систем

2.1. Уравнение Шрёдингера для многих электронов, принцип Паули, детерминант Слейтера, вариационный принцип, кулоновское и обменное взаимодействия, электронная корреляция.

2.2. Численное решение много-электронного уравнения Шрёдингера, базисные наборы, периодические граничные условия, цикл самосогласованности

Раздел 3. Теория функционала плотности

3.1. Теоремы Хоэнберга-Кона

3.2. Приближение локальной плотности, обобщенное градиентное приближение (GGA), мета-GGA

3.3. Уравнения Кона-Шэма, численное решение уравнений ТФП

3.4. Проблема самовзаимодействия, теорема Янака, теорема энергии ионизации, гибридные функционалы, поправки Хаббарда

Раздел 4. Моделирование реальных материалов

4.1. Перво-принципная атомистическая термодинамика, поверхности, дефекты

4.2. Молекулярная динамика, метод кинетического Монте Карло

4.3. Аналитика данных, машинное обучение

Раздел 5. За пределами ТФП

5.1. Краткий обзор методов много-частичной теории возмущений, диффузионного и вариационного Монте Карло

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оц.		

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Молекулярная электроника»

1. Цель дисциплины состоит в приобретении студентами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области материаловедения и, в частности, в области дизайна, создания и исследования новых функциональных материалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

- основные закономерности электронного строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне;

- важнейшие типы современных материалов, их свойства и область применения;
- основные характеристики электронной структуры различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала;
- методы исследования электронного строения молекул и материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации

Уметь:

- использовать полученные знания о взаимосвязи состава/электронной структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами;
- оценивать перспективы использования материала для решения различных задач промышленности;
- применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук

Владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения;
- методологическими подходами к изучению электронной структуры материалов;
- способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне

- 1.1. Введение.
- 1.2. Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне.
- 1.3. Экспериментальные методы изучения электронной структура органических молекул и материалов.
- 1.4. Электронная спектроскопия поглощения и испускания.
- 1.5. Полярография.
- 1.6. Метод электронного парамагнитного резонанса.
- 1.7. Граничные электронные уровни молекул. Влияние самоассоциации и среды на электронную структуру.

Раздел 2. «Работа» электронной структуры в материалах генерации, преобразования и сохранения энергии

- 2.1. Фотовольтаические ячейки.
- 2.2. Фотохимические реакции для запасания энергии.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	4	124	108
Лекции	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	2,22	80	60
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1	36	27
Контактная самостоятельная работа	1	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		36	27
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		

5.3 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений(дисциплины по выбору)

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Автоматизация процессов и измерений в среде NI LabView»

1. Цель дисциплины – приобретение и развитие навыков работы в среде NI LabView по созданию программного обеспечения для решения различных задач автоматизации процессов и измерений в среде LabView.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:
ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

- возможности и концепцию работы структур и шаблонов для разработки программного обеспечения;
- логику работы структур NI LabView;
- назначение и возможности среды NI LabView

Уметь:

- использовать структуры и шаблоны построения программного обеспечения в NI LabView;
- обосновано выбирать алгоритмические структуры NI LabView;
- создавать в NI LabView простые программы для решения задач автоматизации процессов и измерений

Владеть:

- навыками реализации виртуальных приборов и алгоритмов в NI LabView;
- навыками грамотного применения структур NI LabView;
- навыками навигации и проверки собственных моделей в среде NI LabView

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Среда NI LabView, основные функции, виртуальные приборы и концепция программирования в данной среде

1.1. Знакомство с элементами интерфейса среды NI LabView. Организация компонентов приложения. Работа с передней панелью и блок-схемой в NI LabView. Знакомство с основными инструментами среды.

1.2. Основные приемы построения моделей в NI LabView. Поиск ошибок и идентификация общих проблем организации блок-схемы и потока данных в ней.

1.3. Определение основных типов данных. Рассмотрение простейших тестовых разработок NI LabView.

Раздел 2. Циклы и алгоритмические структуры NI LabView

2.1. Изучение основных алгоритмических структур в среде NI LabView. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей среды NI LabView с использованием простейших алгоритмических структур.

2.2. Изучение типов циклов. Знакомство с различными путями реализации функциональных возможностей при применении циклов в среде NI LabView.

2.3. Использование циклов, построение элементарных моделей для реализации задач с применением циклов и алгоритмических структур в среде NI LabView.

Раздел 3. Типы и структуры данных в среде NI LabView

3.1. Различные способы представления числовых данных.

3.2. Структуры данных. Детальное рассмотрение типов данных.

3.3. Определение типов данных. Использование определений для повышения эффективности реализации структур данных. Кластеры. Инструменты для работы с кластерами.

Раздел 4. Работа с файлами

4.1. Доступ к файлам из NI LabView. Изучение базовых концепций ввода/вывода файлов и основные пути доступа к библиотекам проектов.

4.2. Передача данных между параллельными циклами. Освоение основных приемов реализации данной концепции.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид итогового контроля:	зачёт		

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Биоинформатика и машинное обучение»

1. Цель дисциплины – дать бакалаврам наиболее важные представления о базовых алгоритмах и методах машинного обучения, применяемых для исследования биологических систем, а также о фундаментальных основах организации и функционирования генома.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

Знать:

– методы критического анализа и оценки современных научных достижений;

– методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач

Уметь:

– анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;

– при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, исходя из наличных ресурсов и ограничений

Владеть:

– навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач профессиональной деятельности

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в машинное обучение

1.1. Задачи машинного обучения.

1.2. Методы регрессионного анализа.

1.3. Методы классификации.

1.4. Стандартные статистические методы для планирования эксперимента и обработки результатов

Раздел 2. Технологии секвенирования

2.1. Обзор методов, основанных на секвенировании нового поколения.

2.2. Выравнивание коротких фрагментов секвенса (ридов)

2.3. Оптимизация выравнивания.

Раздел 3. Нейронные сети и глубокое обучение

3.1. Понятие нейрона. Модель нейрона. Модель МакКаллока-Питтса.

3.2. Нейронные сети и другие способы выявления нелинейных свойств.

3.3. Глубокое обучение и задачи распознавания образов.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид итогового контроля:	зачёт		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Программирование на python»

1. Цель дисциплины – дать студентам теоретические знания и научить практическим умениям и навыкам использования современных математических методов, расчетных исследований, анализа, оптимизации инженерных процессов с применением научно-вычислительных пакетов языка Python для решения широкого круга задач вычислительной математики.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, УК-1.3.

Знать:

- основные типы алгоритмов, языки программирования;
- стандартные программные обеспечения своей профессиональной деятельности;
- алгоритмы решения нелинейных уравнений;
- алгоритмы одномерной оптимизации;
- вычислительные и алгоритмические аспекты, необходимые для применения современных систем компьютерной математики, Python;
- методы и алгоритмы для решения инженерно-технических расчетных задач

Уметь:

- решать практические задачи, выполнять инженерные расчеты, обрабатывать таблицы, строить графики и диаграммы;
- писать и отлаживать программы на Python по разработанным алгоритмам;
- применять методы математической статистики для решения конкретных задач;
- использовать пакеты прикладных программ при дальнейшем обучении и практической деятельности;
- применять полученные знания при решении практических инженерно-технических расчетных задач вычислительной математики, с использованием современных систем компьютерной математики, в частности языка программирования Python

Владеть:

- методами реализации алгоритмов на компьютерах;
- методами применения современных систем компьютерной математики, в частности языка программирования Python;
- способностью постановки и решения инженерно-технических расчетных задач и навыками интерпретации и применения получаемых результатов

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Краткая характеристика численных методов и их особенности. Погрешность числа, арифметических действий. Погрешность функции. Проблемы и решения. Объектно-ориентированный язык программирования Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.

1.1. Python: обзор, среды разработки (Spyder, Jupyter), структура языка, основные операции. Основные типы данных (числовые, строка, список, кортеж, словарь, классы) и операции над ними. Алгоритмы. Ввод - вывод данных. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python

1.2. Стандартные и нестандартные функции языка Python, структура расположения решателей модуля SciPy. Построение графиков. Разработка алгоритмов и отладка простейших программ, реализация алгоритма сортировки. (6я неделя – контрольная точка).

Раздел 2. Выполнение матричных операций на языке Python и решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

2.1. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

2.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций; применение решателей модуля SciPy (root, root_scalar) для их реализации на Python.

2.3. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. МНК. Функции Python для работы с многочленами.

3.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Статистические функции модуля SciPy (подмодуль stats). Определение критерия Стьюдента.

3.2. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной и применение решателей модуля SciPy (curve_fit) для их реализации.

3.3. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной и применение решателей модуля SciPy (interp1d, splrep, splev) для их реализации.

Раздел 4. Вычисление интегралов с одной переменной численными методами.

4.1. Методы прямоугольников для вычисления определенных интегралов и их погрешности. Применение решателя модуля SciPy (quad).

4.2. Метод трапеций для вычисления определенных интегралов и применение решателя модуля SciPy (trapz).

4.3. Метод Симпсона для вычисления определенных интегралов и применение решателя модуля SciPy (simps) для его реализации.

Раздел 5. Решение нелинейных уравнений численными методами.

5.1. Алгоритм метода деления отрезка пополам для решения нелинейного уравнения и применение решателя модуля SciPy (bisect) для его реализации на компьютерах.

5.2. Алгоритм метода касательных для решения нелинейного уравнения и применение решателя модуля SciPy (newton).

Раздел 6. Решение систем нелинейных уравнений численными методами.

6.1. Алгоритм метода Ньютона - Рафсона и применение решателя модуля SciPy (newton) для его реализации.

6.2. Метод простых итераций и применение решателя модуля SciPy (fixed_point) для его реализации на компьютерах.

Раздел 7. Решение задач одномерной оптимизации численными методами.

7.1. Методы одномерной оптимизации и применение решателей модуля SciPy для их реализации.

Раздел 8. Решение задач многомерной оптимизации численными методами.

8.1. Алгоритмы методов многомерной оптимизации и применение решателей модуля SciPy для их реализации.

Раздел 9. Решение дифференциальных уравнений численными методами.

9.1. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений и применение решателей (solvers) Python для их реализации на компьютерах.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид контроля:		зачет	

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Компьютерные методы оценки связи структура - биологическая активность»

1. Цель дисциплины – получение знаний и навыков по использованию технологий и средств хемоинформатики в предсказания свойств соединений.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, УК-1.3.

Знать:

- основные понятия, определения, методы и подходы, используемые в хемоинформатике;
- способы представления химических данных, методы осуществления поиска в химических базах данных;
- основные химические базы данных, используемые в различных научных целях, и методы работы с ними;
- методы теоретического создания и отбора химических соединений для проведения скрининга

Уметь:

- использовать основные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач;
- создавать собственные химические базы данных, оперировать ими, проводить поиск в них

Владеть:

- методиками моделирования структура-свойство, виртуального скрининга и валидации моделей;
- техниками моделирования свойств химических соединений, оптимизации структуры химических соединений и составов

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в дисциплину. Представление химических объектов.

- 1.1. Прямая и обратная задачи моделирования.
- 1.2. Представление молекул.
- 1.3. Матричное представление, виды матриц.
- 1.4. Поверхности. Виды поверхностей.
- 1.5. Молекулярная форма.

Раздел 2. Химические базы данных.

- 2.1. Типы баз.
- 2.2. Дизайн библиотек данных.

Раздел 3. Моделирование "структура-свойство"

- 3.1. Дескрипторы.
- 3.2. История моделирования "структура-свойство".
- 3.3. Обработка данных.
- 3.4. Область применимости.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид контроля:		зачет	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химические источники тока»

1. **Цель дисциплины** – формирование базовых знаний о видах и способах электрохимического запасаения и преобразования энергии, а также о термодинамических и кинетических соотношениях, определяющих режимы функционирования химических источников тока, наиболее широко применяемых в промышленности, транспорте и в портативных электронных устройствах, а также компетенций, необходимых химикам всех специальностей для решения конкретных задач, связанных с процессами с участием заряженных частиц.

2. **В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3., УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3

знать:

- основные термины, понятия и методы экспериментальной электрохимии;
- теоретические соотношения электрохимической термодинамики и кинетики;
- типы химических источников тока, принципы их функционирования и области

применения

уметь:

- оценивать термодинамические и кинетические параметры электродных процессов, протекающих в химических источниках тока, обоснованно выбирать соответствующую физическую модель для решения конкретной задачи;
- математически обрабатывать результаты исследования;

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Обзор электрохимических устройств запасаения и превращения энергии.

1.1. Предмет исследования электрохимии. Устройства запасаения и преобразования энергии. Практические приложения. «Зеленая» энергетика.

1.2 Растворы электролитов

Электролитическая диссоциация. Сольватация ионов в растворе. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации. Состояние ионов в растворе. Ион-ионные взаимодействия. Коэффициенты активности. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы измерения электропроводности.

Электропроводность при бесконечном разведении и связь с коэффициентом диффузии. Концентрационная зависимость электропроводности.

1.3. Электрохимическая термодинамика

Термодинамика электрохимических систем. Уравнение Нернста. Электродвижущая сила. Расчет величин ЭДС. Электродные потенциалы. Шкала электродных потенциалов. Диффузионный потенциал и мембранные потенциалы. Расчет диффузионного потенциала. Ион-селективные электроды. Расчет ЭДС гальванического элемента.

Раздел 4. Электрохимическая кинетика

4.1 Стадийность электрохимических процессов

Двойной электрический слой и адсорбция. Понятие лимитирующей стадии. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Стадия переноса заряда. Стадия массопереноса. Поляризационные кривые. Смешанная кинетика.

4.2 Закономерности стадии переноса заряда

Уравнение Батлера-Фольмера. Перенапряжение. Константа скорости электрохимической реакции. Ток обмена. Составляющие энергии активации. Коэффициент переноса. Уравнение Тафеля. Примеры процессов, скорость которых контролируется кинетикой межфазного переноса электрона.

4.3 Закономерности стадии диффузии

Механизмы массопереноса. Движущая сила диффузии. Законы Фика. Распределение концентрации реагента вблизи поверхности электрода. Стационарная диффузия. Нестационарная диффузия. Поляризационная кривая в условиях смешанной кинетики.

4.4 Электрохимические методы

Вольтамперометрия. Уравнение Рэндлса-Шевчика. Метод Николсона для расчета констант скорости электрохимических процессов. Микроэлектроды. Хроноамперометрия. Уравнение Коттрелла. Хронопотенциометрия. Электрохимическое кварцевое микровзвешивание.

4.5 Гидродинамические методы и спектроскопия импеданса

Конвекция. Гидродинамические методы. Вращающийся дисковый электрод. Уравнение Левича. Кинетика реакции выделения водорода и реакции восстановления кислорода. Спектроскопия импеданса. Эквивалентные схемы. Расчет кинетических параметров из данных спектроскопии импеданса.

Раздел 5. Химические источники тока

5.1 Гальванические элементы

Первичные и вторичные источники тока. Элемент Даниэля—Якоби. Элемент Лекланше. Элемент Вестона. Цинк-воздушные и алюминий-воздушные элементы. Литиевая батарея.

5.2 Аккумуляторы

Свинцово-кислотный аккумулятор. Никель-кадмиевый аккумулятор. Литий-воздушный аккумулятор. Литий-ионный аккумулятор.

5.3 Топливные элементы

Щелочной топливный элемент. Топливный элемент с протонообменной мембраной. Метанольный топливный элемент. Твердоксидный топливный элемент.

5.4 Конденсаторы и суперконденсаторы

Двойнослойные конденсаторы. Псевдоконденсаторы. Гибридные конденсаторы.

5.5 Литий-ионные аккумуляторы и их аналоги

Материалы для литий-ионных аккумуляторов. Электролиты и электролитные добавки. Технологический процесс изготовления литий-ионных аккумуляторов. Срок службы и безопасность литий-ионных аккумуляторов.

5.6 Проточные аккумуляторы

Ванадиевые проточные аккумуляторы. Броматные проточные аккумуляторы. Органические проточные аккумуляторы. Ограничения и преимущества проточных аккумуляторов.

5.7 Перспективные направления в области запасаения и преобразования электрохимической энергии. Новые материалы для аккумуляторов. Катализаторы для

топливных элементов. Новые архитектуры электродов для металл-ионных аккумуляторов. Концепция замкнутого углеродного цикла. Возобновляемая энергетика.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оц.		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая фотоника»

1. Цель дисциплины – сформировать у студентов представление о фундаментальных и прикладных аспектах генерации, передачи, модуляции, усиления, обработки, детектирования и распознавания оптических сигналов и полей а также применением указанных явлений при разработке и создании оптических, электрооптических и оптоэлектронных устройств различного назначения.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3., УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3

Знать:

- материалы, устройства, методы и технологии, которые обеспечивают передачу, прием, обработку, отображение и хранение информации на основе фотонов

Уметь:

- применять полученные знания при разработке и создании оптических, электрооптических и оптоэлектронных устройств различного назначения

Владеть:

- понятийным аппаратом в области фундаментальных и прикладных аспектов работы с устройствами обработки оптических сигналов

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Физические основы фотоники

1.1. Электронные состояния и электронные переходы

1.2. Необратимые фотохимические реакции

1.3. Обратимые фотохимические реакции

Раздел 2. Фототехнологии жизнедеятельности человека

2.1. Биологическая фотохимия

2.2. Информационные технологии

2.3. Производственные фототехнологии

Раздел 3. Производственные фототехнологии

3.1. Фотохимический синтез веществ

3.2. Электроуправляемые системы

3.3. Термохромные системы

3.4. Органические люминофоры

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:		Зачёт с оценкой	

5.4. Практика

Аннотация рабочей программы практики «Производственной практики: технологическая практика»

1. Цель практики – получение умений и навыков, необходимых для формирования научно-практической базы проводимого исследования, подготовки публикаций об актуальности и практической значимости выполняемой работы.

2. В результате прохождения практики обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-8.2, УК-8.3, ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.1. ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2. ОПК-6.3, ОПК-6.4.

Знать:

- принципы организации проведения экспериментов и испытаний;
- принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

Уметь:

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации; осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;
- проводить химический эксперимент с соблюдением норм техники безопасности;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

Владеть:

- приемами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики.

3. Краткое содержание практики

Технологическая практика включает этапы ознакомления с принципами организации проведения эксперимента и испытаний (разделы 1, 2) и этап практического освоения умений и навыков (раздел 3).

Раздел 1. Введение – цели и задачи технологической практики. Организационно-методические мероприятия. Технологические инструктажи.

Раздел 2. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности, системой управления научными исследованиями. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности. Планирование научной деятельности организации.

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета.

4. Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,4	160	120
в том числе в форме практической подготовки:	4,4	160	120
Самостоятельная работа	1,6	56	42
в том числе в форме практической подготовки:	-	-	-
Контактная самостоятельная работа	1,6	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		55,6	41,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы практики «Производственная практика: преддипломная практика»

1. Цель практики – выполнение выпускной квалификационной работы.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3.

Знать:

- подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний;

– принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

Уметь:

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;
- проводить химический эксперимент с соблюдением норм техники безопасности;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и искать пути их разрешения.

Владеть:

- приемами разработки планов и программ проведения научных исследований;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики.

3. Краткое содержание практики

Раздел 1. Введение: цели и задачи преддипломной практики

Цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия. Инструктажи на рабочем месте.

Раздел 2. Организация и выполнение научно-исследовательских работ Организация научно-исследовательской деятельности. Управление научными

исследованиями. Организация и планирование научно-исследовательской работы на кафедре (проблемной лаборатории, научной группы). Знакомство с научными достижениями в избранной области химии, изучение перспективных направлений исследований в сфере профессиональной деятельности обучающегося.

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация материала. Оформление отчета.

Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного и экспериментального материала. Участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ кафедры. Оформление отчета.

4. Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	9	324	243
Контактная работа – аудиторные занятия:	6,2	224	167,4
в том числе в форме практической подготовки:	6,2	224	167,4
Самостоятельная работа	2,8	99,6	75,6
Контактная самостоятельная работа	2,8	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		99,2	75,3
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы практики «Учебная практика: ознакомительная практика»

1. Цели практики- получение первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.5, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-8.2, УК-8.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4.

Знать:

- подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний.

Уметь:

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации;
- проводить химический эксперимент с соблюдением норм техники безопасности;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- проводить анализ научно-технической литературы;

Владеть:

- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации научных исследований;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики.

3. Краткое содержание практики

Раздел 1. Цели и задачи ознакомительной практики. Организационно-методические мероприятия. Инструктажи на рабочем месте.

Раздел 2. Ознакомление с историей и организацией научных исследований, проводимых на кафедре (лаборатории, структурном подразделении).

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного и экспериментального материала. Подготовка отчета о прохождении ознакомительной практики.

4. Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48,6
в том числе в форме практической подготовки:	1,8	64	48,6
Самостоятельная работа	1,2	44	33
в том числе в форме практической подготовки:	-	-	-
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		43,8	32,7
Вид итогового контроля:	зачет		

Аннотация рабочей программы практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа»

1. Цель НИР – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой научно-исследовательской работы (НИР).

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижений:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.5, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-8.2, УК-8.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3.

Знать:

- подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний.

Уметь:

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой НИР;
- проводить химический эксперимент с соблюдением норм техники безопасности;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

Владеть:

- приемами разработки планов и программ проведения научных исследований;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета.

3. Краткое содержание НИР

Раздел 1. Введение – цели и задачи НИР. Организационно-методические мероприятия. Инструктажи на рабочем месте.

Раздел 2. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности, системой управления научными исследованиями. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Планирование научной деятельности.

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ кафедры (структурного подразделения).

4. Объем НИР

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость практики	12	432	4	144	8	288
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,9	320	2,7	96	6,2	224
в том числе в форме практической подготовки:	8,9	320	2,7	96	6,2	224
Самостоятельная работа	3,1	112	1,3	48	1,8	64
в том числе в форме практической подготовки:	-	-	-	-	-	-
Контактная самостоятельная работа	3,1	0,6	1,3	0,2	1,8	0,4
Самостоятельное изучение разделов практики		111,4		47,8		63,6
Вид итогового контроля:			Зачёт		Зачёт с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	12	УП	4	108	8	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,9	УП	2,7	72,9	6,2	167,4
в том числе в форме практической подготовки:	8,9	разр	2,7	72,9	6,2	167,4
Самостоятельная работа	3,1	УП	1,3	35,1	1,8	48,6
в том числе в форме практической подготовки:	-	-	-	-	-	-
Контактная самостоятельная работа	3,1	0,45	1,3	0,15	1,8	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		83,25		34,95		48,3
Вид итогового контроля:			Зачёт		Зачёт с оценкой	

5.5. Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

1. Цель государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы – выявление уровня теоретической практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

2. В результате государственной итоговой аттестации обучающийся по программе бакалавриата должен обладать следующими компетенциями:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.5, УК-4.6, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.7, УК-8.8, УК-8.9, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3.

Знать:

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада.

Уметь:

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов
- испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты.

Владеть:

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских работ.

3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР). Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 04.03.01 Химия.

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе бакалавриата – защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль знаний обучающихся, полученных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «бакалавр».

4. Объем государственной итоговой аттестации

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области спектральных методов исследования, физической химии, квантовой химии.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	В астроном. часах
Общая трудоемкость ГИА по учебному плану	6	216	162
Контактная работа (КР):	-	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6	216	162
Контактная работа – итоговая аттестация	0,02	0,67	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР	5,98	215,33	161,5
Вид контроля:	защита ВКР		

5.6. Факультативы

Аннотация рабочей программы дисциплины «Перевод научно-технической литературы»

1. Цели 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.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями:

УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-4.5, УК-4.6

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. Краткое содержание дисциплины:

Введение. Предмет и роль перевода в современном обществе. Различные виды перевода. Задачи и место курса в подготовке бакалавра техники и технологии.

Раздел 1.

1.1. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод простого повествовательного предложения настоящего, будущего и прошедшего времени.

Особенности перевода вопросительных и отрицательных предложений в различных временах.

1.2. Перевод предложений во временах Indefinite, Continuous. Чтение и перевод по теме "Химия".

Раздел 2.

2.1. Перевод предложений во временах групп Perfect, Perfect Continuous (утвердительные, вопросительные и отрицательные формы). Особенности употребления вспомогательных глаголов.

2.2. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога. Чтение и перевод текстов по теме "Наука и научные методы". Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Перевод придаточных предложений.

Придаточные подлежащие.

Придаточные сказуемые.

Придаточные определительные.

Придаточные обстоятельственные, придаточные дополнительные.

2.4. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода на примерах текстов о *Химии, Д.И. Менделееве, науке и технологии*.

2.5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Прямая и косвенная речь.

2.6. Различные варианты перевода существительного в предложении.

2.7. Модальные глаголы и особенности их перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Наука завтрашнего дня".

2.8. Специальная терминология по теме "Лаборатория".

2.9. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме "Лаборатория, измерения в химии".

Раздел 3.

3.1. Неличные формы глагола.

Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий.

3.2. Инфинитивные обороты.

Оборот дополнение с инфинитивом. Варианты перевода на русский язык.

Терминология по теме "Современные технологии".

3.3. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

Терминология по теме "Химия".

3.4. Перевод причастных оборотов.

Абсолютный причастный оборот и варианты перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Химия".

4. Объем учебной дисциплины

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	64,4	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
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108	2	54,0	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	48,3	0,9	24	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48,3	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		39,8
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»

1. Цель дисциплины - подготовить студента к осмысленным практическим действиям по обеспечению своей безопасности и защиты в условиях возникновения чрезвычайной ситуации природного, техногенного и военного характера.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями:
УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4

Знать:

- характеристики природных бедствий, техногенных аварий и катастроф на радиационно, химически и биологически опасных объектах, поражающие факторы других опасностей;
- основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия;
- меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения;
- способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера.

Уметь:

- использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям;
- применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);
- оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.

Владеть:

- приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения);
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.

3. Краткое содержание дисциплины.

Опасности природного характера. Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

Опасности техногенного характера. Аварии и катастрофы на радиационно опасном объекте, химически опасном объекте, биологически опасном объекте; на транспорте (железнодорожном, автомобильном, речном, авиационном); на гидросооружениях; на коммунальных системах жизнеобеспечения.

Опасности военного характера. Применение оружия массового поражения (ядерного, химического, биологического), обычных средств с зажигательным наполнением, новых видов оружия. Зоны заражения от средств поражения и их воздействие на население и окружающую природную среду.

Пожарная безопасность – состояние защищенности населения, имущества, общества и государства от пожаров. Пожарная опасность (причины возникновения пожаров в зданиях, лесные пожары). Локализация и тушение пожаров. Простейшие технические средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2) и правила пользования ими.

Комплекс мероприятий гражданской защиты населения.

Оповещение и информирование населения об опасности. Принятие населением сигналов оповещения («Внимание всем!», «Воздушная тревога», «Радиационная опасность»,

«Химическая тревога», «Отбой опасности») и порядок действия по ним. Эвакуация населения из зоны опасности. Способы эвакуации Экстренная эвакуация студентов из аудитории при возникновении пожара.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (ГП-7, ГП-7В, ГП-9, Р-2, У-2К, РПА-1, РПГ-67М, РУ-60М, «Феникс», ГДЗК, ДПГ, ДПГ-3, ПЗУ-К, ИП-4М, ИП-5, ИП-6, КИП-8), кожи (Л-1, ОЗК, КИХ-4М, КИХ-5М) человека. Медицинские средства защиты.

Средства коллективной защиты населения. Назначение, защитные свойства убежищ. Противорадиационные укрытия (ПРУ, подземные пешеходные переходы, заглубленные станции метрополитена), простейшие укрытия (траншеи, окопы, перекрытые щели). Правила занятия убежища.

Оказание первой медицинской помощи при ожогах, ранениях, заражениях. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации. Радиационная и химическая разведка очага поражения (заражения). Аварийно-спасательные работы. Специальная обработка техники, местности, объектов (деактивация, дегазация, дезинфекция, дезинсекция). Экстренная эвакуация из аудитории (лаборатории) в условиях пожара, радиационного, химического, биологического загрязнения территории с использованием простейших средств защиты («Феникс», ГДЗК, противогаз ГП-7 с ДПГ-3).

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	1	36	27
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,44	16	12
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,56	20	15
Контактная самостоятельная	0,56	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов		19,8	14,85
Вид итогового контроля:	Зачёт		

6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

6.1 Общесистемные требования к реализации ООП бакалавриата

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ООП бакалавриата.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает: – доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в

рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

– формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;

– фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения ООП бакалавриата;

– проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

– взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

6.2 Требования к материально-техническому обеспечению

Материально-техническая база университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Перечень материально-технического обеспечения включает: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе бакалавриата, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий университет обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП бакалавриата включает:

6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Спектрофотометры LEKI SS1207 (в комплекте с ПО для подключения к ПК);

измерители R-L-C E 7-13, E-7-20, поляриметры-сахариметры СУ-5 и СУ-4, pH-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, стилоскоп СЛ-15, вискозиметры ротационные Rheotest RV 2.1, спектрофотометр LEKI SS2110UV «Mediora OY», автоматический анализатор удельной поверхности и пористости Gemini VII, прибор для определения размеров и дзета-потенциала частиц Photocor Compact-Z, вискозиметр ротационный Brookfield LVDV-II+, хроматограф газовый «Хроматэк-Кристалл 5000», гониометр ЛК-1 с программным обеспечением.

Лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124C, весы электронные аналитические MB-210A, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы Citizen Scale CY-224. Микроскопы бинокулярные с цифровой камерой Levenhuk C310 NG. Аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; жидкостной

циркуляционный термостат ВТ10-1 (+20...+100 °С), термостат жидкостной LOIP LT 124a; ВТ3-1 (+20...+100 °С); ВТ5-1 (+20...+100 °С) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л; ЛБ13 (+5...+200 °С) лабораторные бани; испарители ротационные ИР-1 ЛТ, магнитные мешалки с нагревом.

При проведении исследований обучающиеся имеют возможность также использовать все приборы Центра коллективного использования РХТУ им. Д.И. Менделеева.

6.2.2 Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов и слайдов к лекционным курсам, образцы наиболее распространенных природных минералов, простых и сложных веществ, модели структур неорганических и органических соединений.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровые камеры к оптическим микроскопам; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет

6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде, размещенные на сайтах кафедр факультета естественных наук; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам веществ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, **в том числе отечественного производства** (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) **и подлежит обновлению при необходимости**).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), **в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий**, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для реализации основной образовательной программы подготовки бакалавров используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе бакалавриата образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки бакалавров.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 716 243 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, 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

№	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 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.
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 23.11.2020 № 84-118ЭА/2020 Сумма договора – 887 600-04 С 01.01.2021 по 31.12.2021 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	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

		Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 21.12.2020 № 33.03-Р-3.1-3041/2020 Сумма договора – 1 200 000-00 С 01.01.2021 по 31.12.2021 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 «Консультант +»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 15.12 2020 № 93-133ЭА/2020 Сумма контракта 965 923-20 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по IP-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 24.11 2020 № 85-113ЭА/2020 Сумма контракта 664 356-00 С 01.01.2021 по 31.12.2021 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.
9	Электронно-библиотечная	Принадлежность – сторонняя	Электронная библиотека включает более 5000

	система издательства «ЮРАЙТ»	«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.	наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
10	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».
11	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.
12	Информационно-аналитическая	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ

	я система Science Index	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.	публикационной активности сотрудников университета.
13	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.
14	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.
15	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	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearchive	
16	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.
17	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.
18	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/	- 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

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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
19	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.
20	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	«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

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).	предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
22	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.	
23	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
24	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	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

		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	
25	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.

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/>

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.

6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП бакалавриата

Реализация ООП бакалавриата обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации ООП бакалавриата на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах.

Не менее 60 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО) численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП бакалавриата, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

Не менее 5 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО) численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП бакалавриата, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Не менее 60 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО) численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП бакалавриата

Финансовое обеспечение реализации ООП бакалавриата осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

6.5 Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся ООП бакалавриата определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования ООП бакалавриата при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по ООП бакалавриата обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе бакалавриата в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе бакалавриата требованиям ФГОС ВО.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников

отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

7 НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **04.03.01 Химия** оценка качества освоения обучающимися ООП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП бакалавриата осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3++ и локальными нормативными актами университета.

Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП бакалавриата

Текущий контроль и промежуточная аттестация по всем видам учебной деятельности обучающихся осуществляется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД.

Текущий контроль успеваемости обучающихся обеспечивает оценку уровня освоения дисциплин, прохождения практик, выполнения ВКР и проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. **Обязательной составляющей текущего контроля успеваемости является учет преподавателями посещаемости учебных занятий обучающимися.** По результатам текущего контроля успеваемости три раза в семестр для всех курсов по всем дисциплинам проводится аттестация обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом. Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП бакалавриата изучение части дисциплин может быть заменено на онлайн-курсы, при условии, что в результате освоения онлайн-курса формируются те же компетенции (части компетенций), что и в рамках указанных дисциплин. Онлайн-курс должен быть выбран и реализован в соответствии с Положением о зачете результатов освоения открытых онлайн-курсов, реализуемых образовательными организациями, в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

ГИА осуществляется в соответствии с требованиями Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А; Положения о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП бакалавриата в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **04.03.01 Химия**. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные с направлением подготовки

04.03.01 Химия. Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом проректора по университету перед началом выполнения выпускной квалификационной работы. Данным приказом утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и их размещения в электронно-библиотечной системе 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.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. График защиты ВКР составляется по согласованию с обучающимися и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 30 дней до начала работы ГЭК. Результаты работы ГЭК определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний комиссий. По окончании работы председатель ГЭК составляет отчет о проделанной работе.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

8 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА:

1. Иностранный язык
2. Философия
3. История (история России, всеобщая история)
4. Линейная алгебра и математический анализ
5. Основы информационных технологий
6. Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента
7. Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности
8. Физика
9. Теоретическая неорганическая химия
10. Химия элементов
11. Теоретические основы химии. Введение в физическую химию.
12. Органическая химия
13. Органический синтез
14. Основы химии и физики высокомолекулярных соединений
15. Аналитическая химия
16. Химия координационных соединений
17. Материалы для технологий энергетики
18. Физическая химия
19. Квантовая химия
20. Электрохимическое материаловедение
21. Безопасность жизнедеятельности
22. Химические проблемы окружающей среды

23. Физическая культура и спорт
24. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
25. Современный неорганический синтез
26. Супрамолекулярная химия
27. Современные композиционные материалы
28. Химия твёрдого тела
29. Гетероциклические структуры в материаловедении
30. Биохимия и экология человека
31. Рентгеноструктурный анализ материалов
32. Основы физики конденсированного состояния
33. Спектральные методы исследования в химии и материаловедении
34. Экономика инноваций
35. DFT- методы
36. Молекулярная электроника
37. Автоматизация процессов и измерений в среде LabView
38. Биоинформатика и машинное обучение
39. Программирование на python
40. Компьютерные методы оценки связи структура- биологическая активность
41. Химические источники тока
42. Органическая фотоника
43. Производственная практика: технологическая практика
44. Производственная практика: преддипломная практика
45. Учебная практика: ознакомительная практика
46. Производственная практика: научно-исследовательская работа
47. Государственная итоговая аттестация
48. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
49. Перевод научно-технической литературы
50. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

9 ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ГИА ОБУЧАЮЩИХСЯ ООП БАКАЛАВРИАТА

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **04.03.01 Химия** для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП бакалавриата разработаны ФОС по каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА:

51. Иностранный язык

52. Философия
53. История (история России, всеобщая история)
54. Линейная алгебра и математический анализ
55. Основы информационных технологий
56. Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента
57. Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности
58. Физика
59. Теоретическая неорганическая химия
60. Химия элементов
61. Теоретические основы химии. Введение в физическую химию.
62. Органическая химия
63. Органический синтез
64. Основы химии и физики высокомолекулярных соединений
65. Аналитическая химия
66. Химия координационных соединений
67. Материалы для технологий энергетики
68. Физическая химия
69. Квантовая химия
70. Электрохимическое материаловедение
71. Безопасность жизнедеятельности
72. Химические проблемы окружающей среды
73. Физическая культура и спорт
74. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
75. Современный неорганический синтез
76. Супрамолекулярная химия
77. Современные композиционные материалы
78. Химия твёрдого тела
79. Гетероциклические структуры в материаловедении
80. Биохимия и экология человека
81. Рентгеноструктурный анализ материалов
82. Основы физики конденсированного состояния
83. Спектральные методы исследования в химии и материаловедении
84. Экономика инноваций
85. DFT- методы
86. Молекулярная электроника
87. Автоматизация процессов и измерений в среде LabView
88. Биоинформатика и машинное обучение
89. Программирование на python
90. Компьютерные методы оценки связи структура- биологическая активность
91. Химические источники тока
92. Органическая фотоника
93. Производственная практика: технологическая практика
94. Производственная практика: преддипломная практика
95. Учебная практика: ознакомительная практика
96. Производственная практика: научно-исследовательская работа
97. Государственная итоговая аттестация
98. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
99. Перевод научно-технической литературы
100. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА:

1. Иностранный язык
2. Философия
3. История (история России, всеобщая история)
4. Линейная алгебра и математический анализ
5. Основы информационных технологий
6. Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента
7. Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности
8. Физика
9. Теоретическая неорганическая химия
10. Химия элементов
11. Теоретические основы химии. Введение в физическую химию.
12. Органическая химия
13. Органический синтез
14. Основы химии и физики высокомолекулярных соединений
15. Аналитическая химия
16. Химия координационных соединений
17. Материалы для технологий энергетики
18. Физическая химия
19. Квантовая химия
20. Электрохимическое материаловедение
21. Безопасность жизнедеятельности
22. Химические проблемы окружающей среды
23. Физическая культура и спорт
24. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
25. Современный неорганический синтез
26. Супрамолекулярная химия
27. Современные композиционные материалы
28. Химия твёрдого тела
29. Гетероциклические структуры в материаловедении
30. Биохимия и экология человека
31. Рентгеноструктурный анализ материалов
32. Основы физики конденсированного состояния
33. Спектральные методы исследования в химии и материаловедении
34. Экономика инноваций
35. DFT- методы
36. Молекулярная электроника
37. Автоматизация процессов и измерений в среде LabView
38. Биоинформатика и машинное обучение
39. Программирование на python
40. Компьютерные методы оценки связи структура- биологическая активность
41. Химические источники тока
42. Органическая фотоника
43. Производственная практика: технологическая практика
44. Производственная практика: преддипломная практика
45. Учебная практика: ознакомительная практика
46. Производственная практика: научно-исследовательская работа
47. Государственная итоговая аттестация
48. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

- 49. Перевод научно-технической литературы
- 50. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

11 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Рабочая программа воспитания, входящая в ООП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии», выполнена в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.

12 КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Календарный план воспитательной работы, входящий в ООП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии», выполнен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП

Дополнения и изменения к рабочей программе
дисциплины
«Гетероциклические структуры в материаловедении»

основной образовательной программы
04.03.01 «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Иностранный язык»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена ассистентом кафедры Сколтеха Лаврентьевым П. А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Наименование кафедры** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырёх семестров.

Дисциплина «**Иностранный язык**» относится к Обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка в объеме средней школы.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык практически как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и для целей самообразования.

Задачи дисциплины

- подготовка к профессионально-ориентированному общению на иностранном языке в виде письменной и устной речи путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для работы над типовыми текстами;
- отработка списка грамматических тем, типичных для стиля разговорной и научной речи;
- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина «**Наименование дисциплины**» преподается в 1, 2, 3 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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	УК-4.3. Ведет деловую переписку на иностранном языке с учетом особенностей стилистики официальных писем и социокультурных различий – УК-4.4. Выполняет для личных целей перевод

	формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский, с русского языка на иностранный; Б-УК-4.6. Устно представляет результаты своей деятельности на иностранном языке, может поддержать разговор в ходе их обсуждения

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.3. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе ОПК-6.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке.

Уметь:

- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;
- работать со словарем;
- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;
- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

Владеть:

- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;

- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	3	108	3	108	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,8	320	2,2	80	2,2	80	2,2	80	2,2	80
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	8,8	320	2,2	80	2,2	80	2,2	80	2,2	80
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	3,2	112	0,8	28	0,8	28	0,8	28	0,8	28
Контактная самостоятельная работа		0,8		0,2		0,2		0,2		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,2	111,2	0,8	27,8	0,8	27,8	0,8	27,8	0,8	27,8
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	3	81	3	81	3	81	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,8	237	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	8,8	237	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4	2,2	59,4
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	3,2	87	0,8	21,75	0,8	21,75	0,8	21,75	0,8	21,75
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,15		0,15		0,15		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,2	86,4	0,8	21,6	0,8	21,6	0,8	21,6	0,8	21,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка	108	-	80	-	28
1.1	Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.	17	-	12	-	5
1.2	Согласование времен. Условные предложения.	14,5	-	10	-	4,5
1.3	Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.	16,5	-	12	-	4,5
1.4	Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот	14,5	-	12	-	4,5
1.5	Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».	14,5		10		4,5
1.6.	Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.	17		12		5
2.	Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.	108	-	80	-	28
2.1	Развитие навыков чтения профессионально-ориентированных текстов. Чтение текстов по темам: 1. Введение в специальность 2. Д.И. Менделеев 3. РХТУ им. Д.И. Менделеева	50	-	40	-	10

	4. Наука и научные методы, научные статьи 5. Современные отрасли науки: 5.1. Проблемы коллоидной химии 5.2. Высокомолекулярные соединения 5.3. Химические основы биологических процессов 5.4. Механизмы органических реакций 5.5. Неорганический катализ органических реакций 5.6. Координационная химия неорганических веществ 5.7. Вычислительные методы в неорганической химии 5.8. Элементы бионеорганической химии 5.9. Экология и неорганическая химия 5.10. Проблемы аналитической химии 6. Химическое предприятие 7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории 8. Химия будущего. 9. Биотехнология Фармацевтические производства. 10. Зеленая химия. Проблемы экологии					
2.2	Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им, Д.И. Менделеева. Активизация лексики прочитанных текстов.	18	-	10	-	8
2.3	Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности. Примерная тематика текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные отрасли науки», «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории», Измерения в химической лаборатории», «Химия будущего», «Современные тенденции развития науки», «Биотехнология», «Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии». Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.	40	-	30	-	10
	Раздел 3. Практика устной речи	108	-	80	-	28
3.1	Практика устной речи по темам: 1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии»; 2. «Мой университет»; 3. «Университетский кампус»; 4. «At the bank»; 5. «Applying for a job» и т.д.	40	-	30	-	10
3.2	Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.	40		30		10

3.3	Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия). Особенности диалогической речи по пройденным темам.	28		20		8
4.	Раздел 4. Особенности языка специальности	108	-	80	-	28
4.1	Грамматические и лексические трудности языка специальности: Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.	16	-	20	-	7
4.2	Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.	16		20		7
4.3.	Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.	16		20		7
4.4	Изучающее чтение текстов по тематике: 1) «Лаборатория»; 2) «Измерения в химической лаборатории». Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.	15		20		7
		432		320		112

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.

1.1 Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.2 Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.

1.3 Видовременные формы глаголов в страдательном залоге. Образование простых, продолженных и перфектных времен. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах страдательного залога.

1.4 Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот.

1.5 Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».

1.6 Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты. Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.

Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

2.1 Чтение текстов по темам:

2.1.1. Введение в специальность

2.1.2. Д.И. Менделеев

2.1.3. РХТУ имени Д.И. Менделеева

2.1.4. Наука и научные методы, научные статьи

2.1.5. Современные отрасли науки:

2.1.5.1. Проблемы коллоидной химии

2.1.5.2. Высокомолекулярные соединения

2.1.5.3. Химические основы биологических процессов

2.1.5.4. Механизмы органических реакций

2.1.5.5. Неорганический катализ органических реакций

2.1.5.6. Координационная химия неорганических веществ

2.1.5.7. Вычислительные методы в неорганической химии

2.1.5.8. Элементы бионеорганической химии

2.1.5.9. Экология и неорганическая химия

2.1.5.10. Проблемы аналитической химии

2.1.6. Химическое предприятие

2.1.7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории

2.1.8. Химия будущего

2.1.9. Биотехнология Фармацевтические производства

2.1.10. Зеленая химия. Проблемы экологии

2.2 Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ имени Д.И. Менделеева

Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3 Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности на примере текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные отрасли науки», «Химическая лаборатория», «Техника безопасности в лаборатории», «Измерения в химической лаборатории», «Химия будущего», «Современные тенденции развития науки», «Биотехнология», «Фармацевтические производства», «Зеленая химия», «Проблемы экологии».

Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.

Раздел 3. Практика устной речи

3.1 Практика устной речи по темам:

3.1.1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии»,

3.1.2. «Мой университет»,

3.1.3. «Университетский кампус»

3.1.4. «At the bank»

3.1.5. «Applying for a job» и т.д.

3.2 Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.

3.3 Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

Раздел 4. Особенности языка специальности

Грамматические трудности языка специальности:

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности:

Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

4.2. Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.

4.3. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.

4.4 Изучающее чтение текстов по тематике:

1) «Лаборатория»

2) «Измерения в химической лаборатории»

Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой 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 сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;	+	+	+	
2	- русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;			+	+
3	- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;				+
4	- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;	+	+		+
5	- приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке.		+		+
	Уметь:				
6	- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;	+	+		+
7	- работать со словарем;		+		+
8	- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;				+
9	- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.			+	
	Владеть:				
10	- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;		+	+	+
11	- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.				+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			

12	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.3. Ведет деловую переписку на иностранном языке с учетом особенностей стилистики официальных писем и социокультурных различий -	+	+	+	+
		УК-4.4. Выполняет для личных целей перевод официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский, с русского языка на иностранный;	+		+	
		Б-УК-4.6. Устно представляет результаты своей деятельности на иностранном языке, может поддержать разговор в ходе их обсуждения		+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
13	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.3. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе		+	+	
		ОПК-6.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках		+	+	+

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	Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.	4
2.	Раздел 1	Согласование времен. Условные предложения.	4
3.	Раздел 1	Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.	3
4.	Раздел 1	Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот.	3
5.	Раздел 1	Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».	3
6.	Раздел 1	Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты. Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.	3
7.	Раздел 2	Чтение текстов по темам: 1. Введение в специальность 2. Д.И. Менделеев 3. РХТУ имени Д.И. Менделеева 4. Наука и научные методы, научные статьи 5. Современные инженерные технологии: 5.1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях и гражданская защита 5.2. Безопасность электротехнических производств 5.3. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности 5.4. Теория вероятностей при обеспечении безопасности жизнедеятельности 5.5. Управление техносферной безопасностью 5.6. Теория горения и взрыва 5.7. Надежность технических систем 5.8. Понятие техногенного риска 5.9. Надзор и контроль в сфере безопасности 5.10. Специальная оценка условий труда 6. Химическое предприятие 7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории.	7

		Измерения в химической лаборатории 8. Химия будущего. 9. Биотехнология Фармацевтические производства. 10. Зеленая химия. Проблемы экологии	
8.	Раздел 2	Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им. Д.И. Менделеева. Активизация лексики прочитанных текстов.	7
9.	Раздел 2	Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности. Примерная тематика текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории» «Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии». Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.	6
10.	Раздел 3	Практика устной речи по темам: 1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии», 2. «Мой университет», 3. «Университетский кампус» 4. «At the bank» 5. «Applying for a job» и т.д.	7
11.	Раздел 3	Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.	7
12.	Раздел 3	Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия). Особенности диалогической речи по пройденным темам.	6
13.	Раздел 4	Грамматические и лексические трудности языка специальности: Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.	5
14.	Раздел 4	Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.	5
15.	Раздел 4	Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.	5
16.	Раздел 4	Изучающее чтение текстов по тематике: 1) «Лаборатория» 2) «Измерения в химической лаборатории». Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.	5

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;

- 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** (1-4 семестры) и лабораторного практикума по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в 1 семестре складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 60 баллов), домашних заданий (максимальная оценка 30 баллов) и оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов).

Совокупная оценка по дисциплине во 2 семестре складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 60 баллов), домашних заданий (максимальная оценка 30 баллов) и оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов).

Совокупная оценка по дисциплине в 3 семестре складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 60 баллов), домашних заданий (максимальная оценка 30 баллов) и оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов).

Совокупная оценка по дисциплине в 4 семестре складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 60 баллов), домашних заданий (максимальная оценка 30 баллов) и оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Перечень примерных тем текстов для составления рефератов (реферативных аннотаций):

1. Проблемы коллоидной химии
2. Высокомолекулярные соединения
3. Химические основы биологических процессов
4. Механизмы органических реакций
5. Неорганический катализ органических реакций
6. Координационная химия неорганических веществ
7. Вычислительные методы в неорганической химии
8. Элементы бионеорганической химии

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу 1 (1 семестр) составляет 60 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу 2 (2 семестр) составляет 60 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу 3 (3 семестр) составляет 60 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу 4 (4 семестр) составляет 60 баллов.

Контрольная работа № 1. Примеры заданий к контрольной работе

№ 1. Контрольная работа содержит 4 задания: 1 задание: Письменный перевод текста (800 печ. зн.) – **15 баллов, 2 задание:** Контроль лексики (50 лексических единиц) – **10 баллов, 3 задание:** Лексико-грамматический тест на видовременные формы английского глагола – **10 баллов, 4 задание:** беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Chemistry and matter; Science and Scientific Methods; The research paper – **20 баллов.**

1.Письменный перевод текста:

INORGANIC CHEMISTRY

Inorganic chemistry is the study of the synthesis and behavior of inorganic and organometallic compounds. This field covers all chemical compounds except the myriad organic compounds (carbon based compounds, usually containing C-H bonds), which are the subjects of organic chemistry. The distinction between the two disciplines is far from absolute, most importantly in the sub-discipline of organometallic chemistry. It has applications in every aspect of the chemical industry including catalysis, materials science, pigments, surfactants, coatings, medicine, fuel, and agriculture.

3. Many inorganic compounds are ionic compounds, consisting of cations and anions joined by ionic bonding. Important classes of inorganic salts are the oxides, the carbonates, the sulfates and the halides. Many inorganic compounds are characterized by high melting points. Inorganic salts typically are poor conductors in the solid state.

2.Контроль лексики – 50 лексических единиц: compound, particularly, to lead, averaging, reaction, determination, medicine, absorption, to create, explosive, hardness, heat, environment, material, waste, approximate, gasoline, activation, to cause, definition, measurement, to decrease, to arise, observation, development, to search for, error, harmful, to vary, to carry, to investigate, researcher, to suggest, survey, to retain, to state, to describe, rigorous, to disappear, synthesis, accompany, application, to achieve, fluid, technique, fiber, relationship, to find out, density, behavior

3.Лексико-грамматический тест на видовременные формы английского глагола:

1. He ... books very often.

a) not buy b) doesn't buy c) don't buy

2. Where ... you ... at 6 p.m.?

a) will ... be b) shall ... be c) will ... have been

3. I ... anything since morning.

a) wasn't eating b) haven't eaten c) didn't eat

4. I came home while my mother ... dinner.

a) has cooked b) cooked c) was cooking

5. We ... to the radio now.

a) are listening b) listens c) listen

6. Many people today ... easier lives.
 a) had b) have c) will have
 7. ... you ... this method now?
 a) Do ... study b) Are ... studying c) Have ... studied
 8. She ... this book from 7 to 10 p.m.
 a) will be reading b) will read c) will have read
 9. I ... at this plant 5 years ago.
 a) have worked b) had worked c) worked
 10. I ... never ... to Pskov.
 a) have ... been b) had ... been c) - ... was
 4. Беседа по устной теме: Science and Scientific Methods

Раздел 2. Контрольная работа № 2. Примеры заданий к контрольной работе №

2. Контрольная работа содержит 5 заданий: 1 задание: Письменный перевод текста (1000 печ. зн.) – **20 баллов, 2 задание:** Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – **10 баллов, 3 задание:** Контроль лексики (50 лексических единиц) – **10 баллов, 4 задание:** Устный перевод текста на понимание общего содержания – **10 баллов, 5 задание:** беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Chemistry and matter; Science and Scientific Methods; The research paper; The chemistry of tomorrow – **10 баллов.** Письменный перевод текста:

More than two thousand five hundred years ago man first arrived at the thought that the universe is composed of atoms. This idea was most perfectly expressed by Democritus, the great Greek philosopher. According to Democritus, all bodies in nature are built up of minute, indivisible particles – atoms. Atoms are so small that they cannot be seen. They may be different in shape and size. The differences between substances depend on differences in the number, shape and arrangement of the atoms they consist of. Atoms are in eternal motion.

The materialistic teachings of Democritus were far in advance of the views of his contemporaries, but did not receive general recognition.

According to the opinion prevailing today, chemistry as a science arose at the beginning of our era in Alexandria, a city on the Nile. Alexandria was an immense commercial and cultural centre. It concentrated the practical knowledge of Egypt and developed the philosophical ideas of ancient Greece. Treatises written in Alexandria in the first century of our era contained a great deal of chemical information, many illustrations showing chemical apparatus, and descriptions of calcining, volatilizing, filtering, dissolving, and crystallizing.

2. Письменный перевод предложений (без словаря):

1. She said that she would carry out the research in a new laboratory.
2. I said that he would come to the university.
3. Since the content of aromatic amino acids is constant between proteins this technique can't be used.
4. Learn the properties of the substances and verify everything lest you should get wrong data in your experiment.
5. If we were in a chemical laboratory, we would ask our teacher to explain this phenomenon.
6. If you take this book you will read the article about the history of chemistry.
7. He said that he would come here once more to verify the data.
8. If I increase the temperature, I'll be able to accelerate the speed of that chemical reaction.
9. This compound may be build up from the combination of water with substances.
10. He suggested that that work should be done in that laboratory.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц: to suggest, hypothetical, sustainable, nitrogen, disaster, witness, the expertise, innovation, species, previous, invention, lack in, extinction, to emit, to ignite, evidence, to survive, nuclear, to conceivable, population, chemical, agriculture, consultation efficient, solar, system, vessels, efficiency, futurology, challenges,

scientific, enough, to prevent, to result in, to consider, steam, to require, community, approach, society, dismal, technology, enough, movement, excellence, futuristic, within, engine, engineering, breakthroughs.

4. Устный перевод текста на понимание общего содержания:

Chemists study substances to learn as much as they can about their properties (their characteristic qualities) and about the reactions that change them into other substances. Knowledge obtained in this way has been found to be extremely valuable. Since some substances (like morphine and cocaine), may have undesirable properties along with the positive ones, we should test such substances for their powers of deadening pain and of producing addiction very thoroughly.

In the beginning, some methods carried out in laboratories were really dangerous, e.g. a young investigator, H. Davy tested many gases on himself by inhaling them. He discovered that one gas (named laughing gas), produced a state of hysteria when inhaled, and that people seemed not to suffer pain when they fell down or bumped into an object. It is rather surprising, but that gas was not

suggested to be used in surgical operations right after its discovery. No one seems to have had this idea, and the use of anesthetics was delayed for nearly half a century. 5. Беседа по устной теме: Chemistry and matter.

Раздел 3. Контрольная работа № 3. Примеры заданий к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 4 задания: 1 задание: Письменный перевод текста (1000 печ. зн.) – 20 баллов, 2 задание: Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 10 баллов, 3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 10 баллов, 4 задание: беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Laboratory; Lab Safety; Laboratory of the Analytical Chemistry; From chemical science to the lab – 20 баллов

1. Письменный перевод текста:

DRYING

A desiccator is a vessel in which a dry atmosphere can be maintained, and which can be made gas-tight. It is employed for a variety of purposes. Crucibles are allowed to cool, before weighing in the desiccator; weighing bottles containing substances for analysis may be kept therein; crystals may be dried, or liquids evaporated, especially in the vacuum form of apparatus. The drying agent, sulphuric acid with or without pumice, or anhydrous calcium chloride, is placed in the lower part of the vessel. Calcium chloride is preferable to a liquid in an apparatus which has to be carried to and fro, and for vacuum desiccators sulphuric acid should not be used. The drying of a solid substance may be assisted greatly by spreading it on a porous clay plate, especially if it is finely divided. The clay absorbs the water slowly; the drying may be further accelerated by placing the plate in the vacuum desiccator. Great care must be exercised in the drying of all substances which are affected by heat, as, e.g. salts containing water of crystallization. Such bodies must be dried at low temperatures.

2. 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?

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц: to accumulate, agent, approach to, characteristics, extreme, precautions, measurement, specific, glassware, poison, entrance,

apparatus, enough, cylinder, emergency, condenser, various, injury, funnel, to authorize for, requirement, safety goggles, vessel, intensity, facilities, accident, source, to avoid, ventilator, fumes, beaker, explosive, bottom, quartz, flammable, burette, to eliminate, clay, crucible, vapour, graduated, fire extinguisher, desiccators, bulb, first-aid, immediately, burner, stopper, flask, hazard.

4.Беседа по устной теме: Lab Safety.

Раздел 4. Контрольная работа № 4. Примеры заданий к контрольной работе № 4.
Контрольная работа содержит 4 задания: 1 задание: Письменный перевод текста (1000 печ. зн) – **20 баллов, 2 задание:** Лексико-грамматический тест: – **10 баллов, 3 задание:** Устный перевод текста (без словаря) на понимание общего содержания (600 печ. зн) – **10 баллов, 4 задание:** беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Laboratory; Lab Safety; Laboratory of the Analytical Chemistry; From chemical science to the lab; Chemistry and matter; The chemistry of tomorrow; Technology-**20 баллов.**

1.Письменный перевод текста:

HOME CHEMISTRY LAB

How to set up a home chemistry lab

Chemistry is science that usually involves laboratory experiments and projects. You may want to set up a home chemistry lab to aid in your investigations. How do you do it? Here's some advice for setting up your own home chemistry lab.

1. Define Your Lab Bench

In theory, you could do your chemistry experiments anywhere, but if you live with other people you need to let them know which area contains projects which may be toxic or shouldn't be disturbed. There are other considerations, too, such as spill containment, ventilation, access to power and water, and fire safety. Common home locations for a chemistry lab include a garage, a shed, an outdoor grill and table, a bathroom, or a kitchen counter. I work with a fairly benign set of chemicals, so I use the kitchen for my lab. One counter is jokingly referred to as 'the counter of science'. Anything on this counter is considered off-limits by family members. It is a "do not drink" and "do not disturb" location.

2. Лексико-грамматический тест:

1. A number of physical elements (such as platinum, mercury, tin and zinc) ... from antiquity.

a) has known b) have known c) have been known

2.The Periodic Table included the 66 known elements ... by atomic weights.

a) organize b) organized c) organizes

3.The history of the periodic table reflects over a century of growth in ... of chemical properties.

a) understands b) understand c) the understanding

4.Unknown to Mendeleev, Lothar Meyer ... also working on a periodic table.

a) was b) were c) has

5.Newlands noted that many pairs of similar elements ..., which differed by some multiple of eight in mass number.

a) existing b) exists c) existed

6. Lavoisier defined an element as a substance that cannot be broken down ... a simpler substance by a chemical reaction.

a) at b) - c) into

7.Synthetic radioisotopes of naturally ... elements have been produced in laboratories.

a) occurring b) occur c) occurs

8.Only a minority of elements ... found uncombined as relatively pure minerals.

a) have b) is c) are

9.Each chemical element has a unique atomic number ... the number of protons in its nucleus.

a) representing b) represent c) have represented

10.The elements ... to date as solid samples have eight kinds of crystal structures.

- a) studies b) studied c) has studied

3. Устный перевод текста (без словаря):

4. Gather Lab Equipment

You can order the usual chemistry lab equipment from a scientific supply company that sells to the general public, but many experiments and projects can be conducted using home equipment, like measuring spoons, coffee filters, glass jars, and string.

5. Separate Home from Lab

Many of the chemicals you might use can be safely cleaned from your kitchen cookware. However, some chemicals pose too great a health risk (e.g., any compound containing mercury). You may wish to maintain a separate stock of glassware, measuring utensils, and cookware for your home lab. Keep safety in mind for clean-up, too. Take care when rinsing chemicals down the drain or when disposing of paper towels or chemicals after your experiment has been completed.

4. Беседа по устной теме: The Periodic Table.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. 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. Иностранный язык 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.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

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:

- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:
сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*Иностранный язык*» проводятся в форме семинарских занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка	<i>Знает:</i> - основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели; - пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами; <i>Умеет:</i> - работать с оригинальной литературой на иностранном языке;	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за реферат (1 семестр)
Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.	<i>Знает:</i> - основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)

	модели; - пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами; - приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке. <i>Умеет:</i> - работать с оригинальной литературой на иностранном языке; - работать со словарем;. <i>Владеет:</i> - иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;	Оценка за реферат (2 семестр)
Раздел 3. Практика устной речи	<i>Знает:</i> - основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели; - русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия; <i>Умеет:</i> - вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации. <i>Владеет:</i> - иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;	Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр) Оценка за реферат (3 семестр)

Раздел 4. Особенности языка специальности	<i>Знает:</i> - русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия; - основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы; - пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами; - приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке. <i>Умеет:</i> - работать с оригинальной литературой на иностранном языке; - работать со словарем; - вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия; <i>Владеет:</i> - иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи; - основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке	Оценка за контрольную работу №4 (4семестр) Оценка за реферат (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 – 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
«Иностранный язык»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Коллоидная химия»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры коллоидной химии, к.х.н. Мячиной М.А. и д.х.н.,
заведующим кафедрой коллоидной химии Гавриловой Н.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Коллоидной химии

«27» июня 2025 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Коллоидной химии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Коллоидная химия»** относится к обязательной части базовых дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам высшей математики, физики, общей и неорганической, органической и физической химии (в первую очередь химической термодинамики).

Цель дисциплины – приобретение обучающимися базовых знаний в области термодинамики поверхностных явлений и свойств дисперсных систем и получение умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

Задачи дисциплины – В задачи первой части дисциплины (разделы 1-4) входит рассмотрение особенностей поверхностных слоев, их термодинамических свойств, адгезии, смачивания, адсорбции, электрических явлений на поверхности. Во второй части дисциплины (разделы 5-13) основное внимание уделяется кинетическим свойствам дисперсных систем, вопросам агрегативной и седиментационной устойчивости, кинетике коагуляции, структурообразованию и структурно-механическим свойствам дисперсных систем. Рассматриваются также вопросы получения и свойства конкретных дисперсных систем.

Дисциплина **«Коллоидная 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**:

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 анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1 Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов
		ОПК-1.2 Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
		ОПК-1.3 Владеет навыками делать заключения и формулировать выводы по результатам

		анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1 Знает принципы работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
		ОПК-2.2 Умеет применять существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности
		ОПК-2.3 Владеет навыками проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе с использованием серийного научного оборудования
		ОПК-2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию.
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов).
- основные теории физической адсорбции.
- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.
- условия применимости закона Стокса; закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.
- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; основные положения теории ДЛФО; причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.
- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.

Уметь:

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.
- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.
- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.
- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.
- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.

Владеть:

- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и

природе.

- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.
- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.
- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;
- методами определения электрокинетического потенциала.
- методом дисперсионного анализа.
- методами определения критической концентрации мицеллообразования;
- методами исследования кинетики коагуляции.
- методами измерения и анализа кривых течения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	216	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,89	176	120,3
Лекции	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
Самостоятельная работа			
Контактная самостоятельная работа	1,11	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (подготовка к лабораторным работам)		4	42
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов				
		Всего	Лек	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Определение, основные понятия коллоидной химии	6	2	2	-	2
2	Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений	28	8	6	8	4
3	Раздел 3. Адсорбция газов и паров на твердых телах	19	8	6	-	4
4	Раздел 4. Адсорбция из растворов	20	4	4	8	4
5	Раздел 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем	24	6	6	8	2
6	Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства	14	4	6	4	4

	дисперсных систем					
7	Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем	16	6	2	4	4
8	Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	36	8	6	16	4
9	Раздел 9. Поверхностно-активные вещества	18	4	4	8	2
10	Раздел 10. Растворы высокомолекулярных соединений	6	4	2	-	4
11	Раздел 11. Структурообразование в дисперсных системах и их структурно-механические свойства	25	8	4	8	4
12	Коллоидная химия и охрана окружающей среды	4	2	-	-	2
Итого		252	64	48	64	40

4.2 Содержание разделов дисциплины (в расчете на 64 часа лекций)

Раздел 1. Определение, основные понятия коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях в них. Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Количественные характеристики дисперсности: удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и по взаимодействию

дисперсной фазы и дисперсионной среды, классификация свободно- и связнодисперсных систем.

Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе и химической технологии. Коллоидная химия и защита окружающей среды. Коллоидная химия и наноматериалы, нанотехнологии.

Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений

Основы термодинамики поверхностного слоя. Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Способы описания термодинамики поверхностных явлений. Метод избыточных величин Гиббса. Разделяющая поверхность и поверхность разрыва. Поверхностная энергия в обобщенном уравнении I и II начал термодинамики. Природа взаимодействующих фаз и поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение - мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры.

Экспериментальные методы определения поверхностного натяжения жидких и твердых тел.

Поверхностное натяжение и адсорбция. Определение адсорбции. Уравнение состояния при адсорбции. Изотерма, изопикна, изобара, изостера адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с адсорбцией). Гиббсовская (избыточная) адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность веществ. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии. Адгезионное соединение и его характеристики. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности.

Факторы, влияющие на установление равновесия при смачивании. Гистерезис краевого угла смачивания. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание. Условия растекания жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Избирательное смачивание.

Экспериментальные методы измерения краевого угла. Практическое значение адгезии и смачивания. Флотация.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Дисперсность как термодинамический параметр. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления, их роль в природе и технологии. Капиллярный метод определения поверхностного натяжения (формула Жюрена). Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода. Изотермическая перегонка.

Раздел 3. Адсорбция газов и паров на твердых телах

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Отличия физической адсорбции от хемосорбции. Природа адсорбционных сил при физической адсорбции. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела при адсорбции.

Классификация изотерм адсорбции по Брунауэру, связь формы изотермы с механизмами адсорбции. Подвижная, локализованная и псевдолокализованная адсорбция. Метод оценки подвижности адсорбированных молекул. Теории и уравнения, описывающие адсорбцию на однородной поверхности дисперсных материалов.

Модели подвижной мономолекулярной адсорбции. Уравнения Генри, Фольмера и Хилла-Де-Бура. Константы уравнений, их определение из экспериментальных данных. Учет собственных размеров молекул и латерального взаимодействия.

Модели локализованной мономолекулярной адсорбции. Уравнения Ленгмюра и Фаулера-Гугенгейма. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных.

Модели полимолекулярной адсорбции. Уравнения Гаркинса-Юра, Френкеля-Хелси-Хилла. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных. Теория БЭТ, основные положения и ограничения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных.

Адсорбция на неоднородной поверхности. Уравнение Фрейндлиха, уравнение Темкина.

Расчет термодинамических параметров адсорбции. Интегральная и дифференциальная (адсорбционный потенциал) работы адсорбции; интегральная и дифференциальная энтропия и энтальпия (теплота) адсорбции и смачивания на энергетически однородной и неоднородной поверхностях.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Изотермы капиллярной конденсации для модельных форм пор. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса по Де-Буру. Уравнения и модели для расчета распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам.

Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича).

Раздел 4. Адсорбция из растворов

Общие закономерности адсорбции из растворов. Классификация изотерм адсорбции по Джайлсу.

Обменная молекулярная адсорбция. Уравнение Гиббса для обменной молекулярной адсорбции. Изотерма гиббсовской адсорбции. Уравнение изотермы молекулярной адсорбции с константой обмена и ее анализ. Изотермы избирательной адсорбции, адсорбционная азеотропия.

Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов и методы их получения. Основные физико-химические характеристики ионитов. Полная и динамическая обменные емкости, набухаемость и селективность. Константа равновесия ионного обмена, формула Никольского.

Уравнение изотермы ионного обмена. Практическое использование ионитов.

Адсорбция ПАВ на границе раствора с газом. Уравнение Гиббса. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Отличия адсорбции на поверхности жидкостей и твердых тел.

Поверхностные пленки нерастворимых веществ. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ. Весы Ленгмюра. Методы получения пленок Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ-пленки). Применение ЛБ-пленок в биологии и технике.

Раздел 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем

Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым. Уравнение электрокапиллярной кривой. Определение параметров ДЭС по данным потенциометрического титрования.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Уравнение Гуи-Чепмена. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы гидрофобного золя.

Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри. Потенциал течения (эффект Квинке) и седиментации (эффект Дорна). Экспериментальные методы определения электрокинетического потенциала. Практическое использование электрокинетических явлений.

Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Связь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии частиц (закон Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна-Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения. Осмотическое давление ультрамикроретерогенных систем. Связь размеров частиц со скоростью их осаждения. Закон Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Седиментация в центробежном поле. Равновесное ультрацентрифугирование как абсолютный метод определения массы макромолекул/частиц.

Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон.

Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем

Явления, наблюдающиеся при распространении света в дисперсных системах. Физическая сущность рассеяния света. Условия и виды рэлеевского рассеяния. Рассеяние малыми частицами поляризованного и неполяризованного света. Уравнение Рэлея и его

анализ. Форма индикатрисы рассеяния. Рассеяние поляризованного и неполяризованного света большими частицами. Причины угловой асимметрии рассеяния. Определение молекулярных масс высокомолекулярных соединений. Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэлея (уравнение Геллера). Уравнение Дебая для определения молекулярных и мицеллярных масс. Теория Ми. Квазиупругое (динамическое) светорассеяние, фотон-корреляционная спектроскопия как метод определения размеров частиц.

Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.

Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Методика проведения анализа.

Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Возможности и ограничения методов.

Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Получение дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Связь прочности с поверхностным натяжением (уравнение Гриффитса). Адсорбционное влияние среды на пластичность и прочность твердых тел и материалов.

Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину. Растворы коллоидных ПАВ и полимеров как лиофильные системы. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью: изотермическая перегонка, коалесценция, коагуляция.

Получение лиофобных дисперсных систем. Методы диспергирования, оборудование. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Физико-химическое диспергирование осадков (пептизация).

Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Свободная энергия образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы (теория Гиббса-Фольмера) - нуклеация (зародышеобразование) и рост частиц. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации. Кинетика коагуляции лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение для скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

Агрегативная устойчивость лиофобных систем. Факторы устойчивости лиофобных систем. Основные положения теории ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах. Основные направления развития расширенного варианта теории ДЛФО.

Электролитная коагуляция; нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Порог коагуляции. Пептизация коагулятов. Влияние на порог коагуляции заряда ионов электролита. Правило Эйлера-Корфа. Правило Шульце-Гарди (закон Дерягина).

Системы с жидкой дисперсионной средой. Лиозоли, жидкие кристаллы, суспензии. Стабилизация и коагуляция золь и суспензий в водных и органических средах. Золь-гель переход как способ получения новых материалов. Осаждение, фильтрация суспензий и использование коагулянтов, флокулянтов и ПАВ. Технические суспензии и пасты минеральных и органических веществ.

Эмульсии, их классификация. Стабилизация эмульсий ПАВ, ВМС и порошками. Обращение фаз эмульсий. Определение типа эмульсий. Разрушение эмульсий. Дезэмульгаторы. Микроэмульсии. Эмульсии в природе, технике и химической технологии.

Пены, их стабилизация и разрушение. Тонкие пленки (серые, черные). Поверхностное натяжение тонких пленок. Эффекты Гиббса и Марангони-Гиббса.

Системы с газообразной дисперсионной средой. Аэрозоли: дымы, пыли, туманы. Получение, свойства и способы разрушения аэрозолей. Факторы стабилизации аэрозолей. Физические основы улавливания аэрозолей на фильтрах. Порошки, их текучесть, склонность к коагуляции. Физико-химические основы переработки порошков.

Системы с твердой дисперсионной средой. Высокопористые материалы - адсорбенты и катализаторы. Пенопласты, пенобетон, пеностекло. Наполненные и закристаллизованные стекла и эмали. Наполненные полимеры, композиционные материалы. Металлические сплавы.

Раздел 9. Поверхностно-активные вещества

Общая характеристика и классификация ПАВ. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Точка Крафта. Энтропийная природа мицеллообразования в водной среде. Водные растворы ПАВ как лиофильные системы. Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Точка Крафта. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), гидрофильно-олеофильное соотношение и их определения. Образование мицелл в неводной среде (обратных мицелл). Природа сил при мицеллообразовании в углеводородной среде. Термодинамика мицеллообразования. Квазихимический и псевдофазный подходы. Два уровня ассоциации. Солюбилизация. Основные факторы моющего действия в водной и неводной средах. Смеси ИПАВ и НПАВ. Биоразлагаемость и токсичность ПАВ.

Строение и полиморфные превращения мицелл. Классификация

жидкокристаллического состояния. Фазовые переходы в жидкокристаллических системах. Лиотропные жидкие кристаллы. Мембраноподобные системы (везикулы). Мицеллярный катализ.

Раздел 10. Растворы высокомолекулярных соединений

Фазовые диаграммы растворов полимеров. Термодинамический критерий деления растворов на разбавленные и концентрированные. Конформационное состояние макромолекул. Размеры и форма макромолекул в растворе. Свойства гауссова клубка. Термодинамика набухания и растворения полимеров. Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия в растворах полимеров. Свойства разбавленных растворов полимеров. Осмотическое давление. Термодинамическое сродство полимеров к растворителю и его критерии. Температура Флори. Концентрированные растворы полимеров. Применение правила фаз Гиббса к растворам полимеров. Растворы полиэлектролитов и их коллоидно-химические свойства. Белковые системы, комплексы полиэлектролитов и ПАВ.

Раздел 11. Структурообразование в дисперсных системах и их структурно-механические свойства

Структурообразование в дисперсных системах. Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Жидкокристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем.

Формирование структур в различных дисперсных системах как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Теория структурообразования - основа получения новых материалов. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах. Влияние дисперсионной среды, ПАВ и электролитов на силы сцепления в контактах.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия реологии. Реологические свойства. Реологические модели идеальных тел (Гука, Сен-Венана-Кулона, Ньютона). Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Тиксотропия и реопексия. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Методы измерения вязкости. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров.

Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Полная реологическая кривая. Зависимость вязкости от напряжения сдвига. Экспериментальные методы определения вязкости. Различные типы вискозиметров и режимы их работы. Гели (студни); синерезис. Золь-гель технология неорганических материалов как контролируемый переход от свободнодисперсной системы (золя) к связнодисперсной (гелю) и материалу.

Раздел 12. Коллоидная химия и охрана окружающей среды

Коагуляционные методы очистки природных и сточных вод. Перикинетическая, ортокинетическая коагуляция, гетерокоагуляция. Коагуляция порошками. Электрохимическая коагуляция. Флокуляционные методы очистки. Пенная сепарация. Флотация, микрофлотация. Адсорбционные методы очистки сточных вод от органических веществ. Баромембранные методы очистки. Способы осаждения аэрозолей.

3. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы дисциплины												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Знать:													
1.	- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов); основные теории физической адсорбции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	- условия применимости закона Стокса;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	- закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; - основные положения теории ДЛФО; - причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.	- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:													
8.	- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9.	- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

10.	- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11.	- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.						+	+	+	+	+	+	+	+
12.	- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.					+	+	+	+	+	+	+	+	+
13.	- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.								+	+	+	+	+	+
14.	- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.										+	+	+	+
	Владеть:													
15.	- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16.	- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17.	- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18.	- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19.	- методами определения электрокинетического потенциала.						+	+	+	+	+	+	+	+
20.	- методом дисперсионного анализа.							+	+	+	+	+	+	+
21.	- методами определения критической концентрации мицеллообразования;									+	+	+	+	+
22.	- методами исследования кинетики коагуляции.	+								+	+	+	+	+
23.	- методами измерения и анализа кривых течения.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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														
24.	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1 Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25.		ОПК-1.2 Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26.		ОПК-1.3 Владеет навыками делать заключения и формулировать выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности														
27.	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический	ОПК-2.1 Знает принципы работы с химическими веществами с соблюдением норм техники	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	безопасности														

4. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

4.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1 (4 акад. ч). Определение, основные понятия коллоидной химии	Практическое занятие 1-2. (4 ч) Дисперсные материалы, их количественные характеристики. Связь размера и формы частиц с удельной поверхностью и дисперсностью.	2
2	Раздел 2 (8 акад. ч). Термодинамика поверхностных явлений	Практическое занятие 3-4. (4 ч) Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с адсорбцией). Гиббсовская (избыточная) адсорбция.	2
		Практическое занятие 5-6. (4 ч) Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Факторы, влияющие на установление равновесия при смачивании. Гистерезис краевого угла смачивания. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание. Условия растекания жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел. Капиллярные явления. Уравнение капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.	4
3	Раздел 3 (8 акад. ч). Адсорбция газов и паров на поверхности твердых тел	Практическое занятие 7-8. (4 ч) Уравнение Хилла-Де-Бура, Ленгмюра и Фаулера-Гугенгейма. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных. Уравнения Гаркинса-Юра, Френкеля-Хелси-Хилла. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из	2

		экспериментальных данных. Теория БЭТ, Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных	
		Практическое занятие 9-10. (4 ч) Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса по Де-Буру. Уравнения и модели для расчета распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам.	4
4	Раздел 4. (8 акад. ч). Адсорбция из растворов	Практическое занятие 11-12. (4 ч) Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность веществ. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе.	2
		Практическое занятие 13-14. (4 ч) Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра	2
5	Раздел 5 (8 акад. ч). Электроповерхностные свойства дисперсных систем	Практическое занятие 15-16. (4 ч) Уравнение Гуи-Чепмена. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы гидрофобного золя.	3
		Практическое занятие 17-18. (4 ч) Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри. Потенциал течения (эффект Квинке) и седиментации (эффект Дорна).	3

6	Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	Практическое занятие 19-20. (4 ч) Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон.	6
7	Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем	Практическое занятие 21-22. (4 ч) Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэлея (уравнение Геллера). Уравнение Дебая для определения молекулярных и мицеллярных масс.	2
8	Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Практическое занятие 23-24. (4 ч) Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину. Кинетика коагуляции лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение для скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Электролитная коагуляция; нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Порог коагуляции. Пептизация коагулятов. Влияние на порог коагуляции заряда ионов электролита. Правило Эйлера-Корфа. Правило Шульце-Гарди (закон Дерягина).	4
		Практическое занятие 25-26. (4 ч) Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных	2

		дисперсных системах.	
9	Раздел 9. Поверхностно-активные вещества	Практическое занятие 27-28. (4 ч) Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Точка Крафта. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), гидрофильно-олеофильное соотношение и их определения. Термодинамика мицеллообразования.	4
10	Раздел 11. Структурообразование в дисперсных системах и их структурно-механические свойства	Практическое занятие 29-30. (4 ч) Формирование структур в различных дисперсных системах как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.	2
		Практическое занятие 31-32. (4 ч) Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Полная реологическая кривая. Зависимость вязкости от напряжения сдвига.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Коллоидная химия» выполняется в соответствии с учебным планом занимает 64 акад. часа для очной формы обучения. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины. В практикум входит 10 работ, примерно по 4 ч. на каждую работу и 24 часа выделено на защиту лабораторных работ. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ, их число может быть уменьшено.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Коллоидная химия*», а также дает знания о практическом

применении основных закономерностей коллоидной химии и особенностях методов измерения основных коллоидно-химических характеристик.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 35 баллов (максимально по 3,5 баллов за работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	часы
1	2	1. Определение краевого угла смачивания и работы адгезии.	4
2	4	2. Изучение адсорбции ПАВ из растворов на твердом адсорбенте. Определение удельной поверхности. 3. Исследование влияния строения молекул ПАВ на их поверхностную активность. Определение параметров адсорбционного слоя. 4. Хроматографическое разделение смеси ионов с помощью ионообменных смол. 5. Разделение смеси полимера и минеральной соли и определение молекулярной массы полимеров методом гель-хроматографии.	16
3	5	6. Электрофоретическое определение электрокинетического потенциала. 7. Определение изоэлектрической точки гидроксида железа методом электрофореза.	4
4	6	8. Дисперсионный анализ порошков методом седиментации в гравитационном поле. 9. Определение размеров частиц дисперсных систем турбидиметрическим методом.	8
5	7	10. Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям	4
6	9	11. Исследование мицеллообразования в растворах ПАВ различными методами.	4
7	8	12. Синтез гидрозоля гидроксида железа, изучение его коагуляции и стабилизации.	8
8	10	13. Определение молекулярной массы полимера турбидиметрическим методом. 14. Исследование растворов амфотерных полиэлектролитов	8
9	11	15. Исследование вязкости структурированной жидкости с помощью капиллярного вискозиметра. 16. Исследование реологических свойств неньютоновских жидкостей с помощью ротационного вискозиметра.	8

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Коллоидная химия» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося бакалавриата в объеме 55,6 часов. 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 индивидуального (домашнего) задания;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине;
- подготовку к сдаче экзамена.

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.

6. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 25 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 35 балла), и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

При самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ каждый студент письменно отвечает в своем лабораторном журнале на ряд контрольных вопросов, которые изложены в пособии Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.]; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. К каждой лабораторной работе сформулирован свой перечень контрольных вопросов (всего имеется 149 контрольных вопросов).

Примеры контрольных вопросов для самостоятельной подготовки

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов?
2. По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры дисперсных систем.
3. Какие поверхностные явления изучает коллоидная химия?
4. Что является мерой гетерогенности и степени раздробленности дисперсных систем?
5. Какими параметрами характеризуют степень раздробленности и какова связь между ними?
6. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется?
7. Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
8. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел?
9. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия?
10. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха? Положительным или отрицательным будет избыточное давление в жидкости на границе с воздушным пузырьком?

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 8 баллов за первую и вторую контрольные работы и 9 баллов за третью контрольную работу.

Пример задания по контрольной работе №1

1. Какие вещества называются поверхностно-активными? Укажите особенности строения молекул ПАВ. Приведите примеры ПАВ и поверхностно-инактивных веществ. Дайте определение поверхностной активности как параметра.
2. Каковы причины поднятия (опускания) жидкостей в капиллярах? Приведите необходимые уравнения и дайте краткие объяснения.
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 200 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 12% масс. и дисперсностью 2 мкм^{-1} при температуре 20°C . Плотность бензола $\rho = 0,858 \text{ г/см}^3$, межфазное натяжение $\sigma = 28 \text{ мДж/м}^2$, $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2\text{K)}$.
4. Найдите поверхностное натяжение жидкости, если в капилляре из стекла с внутренним диаметром 1 мм она поднялась на высоту 12,8 мм. Плотность жидкости равна $0,81 \text{ г/см}^3$. Исследуемая жидкость по поверхности стекла способна растекаться.

Пример задания по контрольной работе №2

1. Приведите классификацию пористых адсорбентов по размерам пор. Какие теории описывают адсорбцию на пористых телах по этой классификации?
2. Каковы причины броуновского движения? Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? От каких свойств системы зависит этот параметр?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ $c = 0,1$ моль/л степень заполнения поверхности $\theta = 0,4$. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе, равной 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь $s_0 = 0,2$ нм², поверхностное натяжение воды $\sigma = 71,66$ мДж/м².
4. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией $c_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), $T = 293$ К, $\epsilon = 80,1$, $\phi_s = 0,03$ В.

Пример задания по контрольной работе №3

1. Какие дисперсные системы относят к лиофильным? Приведите примеры таких систем. Как происходит формирование частиц дисперсной фазы в лиофильных системах?
2. Какими основными структурно-механическими свойствами характеризуются дисперсные системы? Каким методом они выявляются?
3. Порог быстрой коагуляции гидрозоля, вызываемой NaNO₃, равен 64 ммоль/л, а электролитом Na₂SO₄ – 0,78 ммоль/л. Определите знак заряда частиц золя и, используя закон Дерягина, рассчитайте порог быстрой коагуляции для двух других электролитов: BaCl₂ и K₃[Fe(CN)₆]
4. Используя зависимость численной концентрации частиц от времени коагуляции, рассчитайте начальную концентрацию частиц, константу скорости быстрой коагуляции и время половинной коагуляции. Рассчитайте и постройте кривые зависимостей общей численной концентрации частиц, концентрации первичных (одинарных) и двойных частиц от времени τ .

τ, c	20	40	80	120	240	320
$v_{\Sigma} 10^{-14}, \text{ част/м}^3$	50	41,7	31,3	25	15,6	12,5

5. Дайте определение термину «реология»

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса, ответы на вопросы 1 и 2 представляют собой изложение теоретического материала, тогда как ответ на вопрос 3 предполагает решение задачи. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамена)

1. Коллоидная химия - наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях в них. Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Количественные характеристики дисперсности: удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды, классификация свободно- и связнодисперсных систем.
2. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхностного слоя от температуры.
3. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
4. Адгезия и смачивание; определения. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания и уравнение Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга для работы адгезии. Влияние ПАВ на адгезию и смачивание. Растекание, коэффициент растекания по Гаркинсу.

5. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).
6. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина и его анализ. Влияние дисперсности на растворимость, температуру фазового перехода и константу равновесия химической реакции.
7. Методы получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Конденсация физическая и химическая. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы при гомогенной конденсации; роль пересыщения.
8. Классификация механизмов адсорбции. Природа адсорбционных сил и их особенности при физической адсорбции. Вывод уравнения для энергии дисперсионного взаимодействия атома адсорбата с адсорбентом. Изотерма, изостера, изопикна адсорбции.
9. Мономолекулярная адсорбция, форма изотермы адсорбции. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ. Линейная форма уравнения Ленгмюра.
10. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.
11. Количественные характеристики пористых материалов: пористость, удельная поверхность, размер пор. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.
12. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по их размерам.
13. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых.
14. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.
15. Особенности адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность (правило Траубе-Дюкло). Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Вывод уравнения Шишковского.
16. Поверхностное давление адсорбционной пленки ПАВ. Уравнения состояния двумерного газа на поверхности жидкости (вывод); различные агрегатные состояния адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра и определение размеров молекул ПАВ.
17. Ионообменная адсорбция. Природные и синтетические иониты. Классификация ионитов по кислотно-основным свойствам. Полная и динамическая обменные емкости. Константа равновесия ионного обмена, уравнение Никольского.
18. Вывод уравнения для скорости осаждения частиц в гравитационном поле. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ, расчет и назначение кривых распределения частиц по размерам.
19. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона.
20. Седиментационно-диффузионное равновесие. Вывод уравнения (гипсометрический закон). Мера седиментационной устойчивости. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.
21. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (вывод уравнений Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.
22. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение для случая слабозаряженных поверхностей. Уравнение Гуи-Чепмена.
23. Современная теория строения ДЭС (теория Штерна); роль специфической адсорбции, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы (формулы ДЭС).
24. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал. Уравнение Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые уравнением

Смолуховского (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект).

25. Два вида устойчивости дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Шукину. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Примеры лиофильных и лиофобных дисперсных систем.

26. Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ в водных и углеводородных средах. Солюбилизация.

27. Лиофильные дисперсные системы. Истинно растворимые и коллоидные ПАВ, их классификация. Мицеллообразование, строение мицелл; методы определения ККМ. Факторы, влияющие на ККМ ионных и неионных ПАВ.

28. Леофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости леофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение константы скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

29. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Вывод уравнения для энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Потенциальные кривые взаимодействия частиц для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

30. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Вывод уравнения для энергии притяжения между частицами (теория ДЛФО). Константа Гамакера и ее физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними.

31. Факторы агрегативной устойчивости леофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце-Гарди и закон Дерягина. Способы стабилизации леофобных дисперсных систем.

32. Структурообразование в соответствии с теорией ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Условия перехода одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим (структурно-механическим) свойствам.

33. Ньютоновские жидкости, уравнения Ньютона и Пуазейля. Методы измерения вязкости. Уравнение Эйнштейна для вязкости дисперсных систем, условия его применения.

34. Реологический метод исследования структур в дисперсных системах. Реологические модели идеальных тел (модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона). Кривые течения реальных жидкообразных и твердообразных структурированных систем.

35. Моделирование реологических свойств тел, модель и уравнение Бингама. Кривые течения и вязкости жидкообразной и твердообразной структурированных систем. Ползучесть, предел текучести.

Примеры задач

Примеры задач по всем основным разделам программы приведены в учебном пособии Коллоидная химия. Практикум и задачник. / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2022. - 434 с.

1. Рассчитайте размер частиц ZnO, зная, что их растворимость на 7 % (масс.) больше растворимости крупных кристаллов. Межфазное натяжение при 298 К примите равным 960 мДж/м², плотность ZnO 5,60 г/см³. Молярная масса оксида цинка составляет 81,4 г/моль.

2. Рассчитайте полную поверхностную энергию 7 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 75 % мас. и дисперсностью 1 мкм⁻¹ при температуре 353 К. Плотность бензола составляет 0,858 г/см³, межфазное натяжение 26,13 мН/м, температурный коэффициент межфазного натяжения примите $d\sigma/dT = -0,13$ мДж/(м²·К).

3. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией $c_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), $T = 293$ К, $\epsilon = 80,1$, $\varphi_\delta = 0,03$ В.

4. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293 К:

p/ps	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
A, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
A, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	2,0	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола $\rho = 0,788$ г/см³, поверхностное натяжение $\sigma = 22,6$ мДж/м².

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Экзамен по дисциплине «*Коллоидная химия*» проводится в 7 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 коллоидной химии _____ Н.Н. Гаврилова « » 20 г.	Министерство науки и высшего образования РФ			
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева			
	Кафедра коллоидной химии			
	04.03.01 Фундаментальная и прикладная химия			
	Коллоидная химия			
Билет № 1				
1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса - Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.				
2. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.				
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, используя уравнение БЭТ. Площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое, составляет $16 \cdot 10^{-20}$ м ² .				
p/p _s	0,0286	0,136	0,200	
A, моль/кг	2,16	3,02	3,33	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Назаров, В. В. Коллоидная химия [Текст]: учебник / В. В. Назаров. - М.: ДеЛи плюс, 2015. - 250 с.
2. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.]; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
3. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В. Анализ пористой структуры материалов на основе адсорбционных данных. – 2-е изд. испр. и доп. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2022. – 150 с.

Б. Дополнительная литература

1. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. - 3-е изд., стер., испр. Перепеч. с изд. 1989 г. - М.: Альянс, 2004. - 464 с.
2. Гаврилова, Н. Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов [Текст]: учебное пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 51 с.
3. Основные понятия и уравнения коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / сост. А. С. Гродский [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 40 с.
4. Назаров, В. В. Тестовые задания по курсу коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / В. В. Назаров, О. В. Жилина, А. С. Гродский. М.А. Мячина - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. - 148 с.
5. Русанов, А.И. Лекции по термодинамике поверхностей: учебное пособие / А.И. Русанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1487-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6602>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии: учебник / Д.А. Фридрихсберг. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1070-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4027>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для академического бакалавриата / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 444 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01191-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/444075>.

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. Коллоидный журнал ISSN: 0023-2912.
<http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/kolloidnyj-zhurnal>.
2. Журнал физической химии. ISSN: 0044-4537.
<https://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/zhurnal-fizicheskoy-himii/>
3. Advances in Colloid and Interface Science. ISSN: 0001-8686.
<https://www.journals.elsevier.com/advances-in-colloid-and-interface-science>.
4. Journal of Interface and Colloid Science. ISSN: 0021-9797.
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-colloid-and-interface-science>.
5. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. ISSN: 0927-7757.
<https://www.journals.elsevier.com/colloids-and-surfaces-a-physicochemical-and-engineering-aspects>.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect
<http://www.sciencedirect.com>.
- Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
- Международная издательская компания NaturePublishingGroup (NPG)
<http://www.nature.com>.
- Издательство Wiley-Blackwell
<http://www3.interscience.wiley.com>.
- Издательство SPRINGER
<http://www.springerlink.com>.
- Журнал SCIENCE
<http://www.science.com>
- Российская научная электронная библиотека
<http://www.elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов 234);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее

число вопросов – 462);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 462).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

№	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 Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)
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 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.
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 Ссылка на сайт- https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 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 Collections 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.
11ю	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	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.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	
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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная традиционной учебной доской и/или электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Учебные лаборатория поверхностных явлений и лаборатория дисперсных систем, оснащенные необходимой лабораторной мебелью, аквадистиллятором АЭ, сушилкой для пробирок и колб Stegler и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы) для определения поверхностного и межфазного натяжений, установки для определения краевых углов, в том числе гониометры ЛК-1 с программным обеспечением для обработки данных, установки для определения критической концентрации мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, ионообменные колонки, установки для определения электрокинетического потенциала методом электрофореза, ротационные вискозиметры, капиллярные вискозиметры с насосом вакуумным N86 KN18.KNF, оптические микроскопы Биомед-5 с цифровой

камерой Livenhuk, спектрофотометры однолучевые СФ-102, фотометры фотоэлектрические КФК-3-01, рН-метры милливольтметры рН-420, весы порционные ANDHT-500, мешалка магнитная без подогрева ММ-135 Tagler, электрическая плитка IRITIR-8004, лабораторный высокоскоростной гомогенизатор-мешалка XNF-DYSTEGLER, кондуктометры, торсионные весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Определение основных понятий коллоидной химии	<i>Знает:</i> - признаки объектов коллоидной химии и их классификацию. <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность. <i>Владеет:</i> - представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за экзамен.
Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений	<i>Знает:</i> - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов). <i>Умеет:</i> - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений. <i>Владеет:</i> - методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.	Оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 3. Адсорбция газов и паров на твердых телах	<i>Знает:</i> - основные теории физической адсорбции. <i>Умеет:</i> - рассчитывать основные характеристики пористой структуры. <i>Владеет:</i> - знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.	Оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 4. Адсорбция из растворов	<i>Знает:</i> - основные теории физической адсорбции. <i>Умеет:</i> - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений. <i>Владеет:</i> - знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - основные представления о строении двойного электрического слоя; - природу электрокинетического потенциала; - основные электрокинетические явления. <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ.

	- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза. <i>Владеет:</i> - знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского; - методами определения электрокинетического потенциала.	Оценка за экзамен.
Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - условия применимости закона Стокса; - закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа. <i>Умеет:</i> - рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам. <i>Владеет:</i> - методами дисперсионного анализа.	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем	<i>Знает:</i> - закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа. <i>Умеет:</i> - рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам. <i>Владеет:</i> - методами дисперсионного анализа.	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	<i>Знает:</i> - природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; - основные положения теории ДЛФО; - причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции. <i>Умеет:</i> - рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц. <i>Владеет:</i> - методами определения критической концентрации мицеллообразования; - методами исследования кинетики коагуляции.	Оценка за контрольную работу №3, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 9. Поверхностно-активные вещества	<i>Знает:</i> - основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; <i>Умеет:</i> - проводить расчёты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений; <i>Владеет:</i> - методами определения критической	Оценка за контрольную работу №3, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.

	концентрации мицеллообразования	
Раздел 10. Растворы высокомолекулярных соединений	<i>Знает:</i> - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; <i>Умеет:</i> - проводить расчёты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений; <i>Владеет:</i> - методами измерения и анализа кривых течения.	Оценка за контрольную работу №3, Оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен
Раздел 11. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам. <i>Умеет:</i> - рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем. <i>Владеет:</i> - методами измерения и анализа кривых течения.	Оценка за контрольную работу №3, Оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 12. Явления переноса в пористых телах и мембранные методы разделения смесей	<i>Знает:</i> - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность. <i>Владеет:</i> - методами определения электрокинетического потенциала.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен.
Раздел 13. Коллоидная химия и охрана окружающей среды	<i>Знает:</i> - природу седиментационной и агрегативной устойчивости; <i>Умеет:</i> - рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц. <i>Владеет:</i> - представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен.

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Коллоидная химия»
направления подготовки
04.03.01 Химия
Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материалы для технологий энергетики»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена проф. Сколковского института науки и технологий к.х.н.
Федотовым С.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Материалы для технологий энергетики»** относится к Обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, квантовой химии.

Цель дисциплины – обобщение, закрепление и совершенствование знаний, умений и владений, обеспечивающих способность и готовность бакалавра в полной мере осуществлять научно-исследовательскую работу в области создания материалов для приложений в сфере энергетики.

Задачи дисциплины

– ознакомление с концепциями и достижениями современного материаловедения в области технологий энергетики, изучение подходов к созданию новых материалов.

– обобщение, закрепление и совершенствование знаний, умений и владений, обеспечивающих способность и готовность бакалавра в полной мере осуществлять научно-исследовательскую работу в области создания материалов для технологий энергетики.

Дисциплина **«Материалы для технологий энергетики»** 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
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физическую суть процессов получения, передачи и преобразования энергии;
- принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения;

Уметь:

- находить нестандартные решения профессиональных задач;

Владеть:

- современными методами и средствами исследования, проектирования систем энергообеспечения

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оц.		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Типы систем хранения и запасаения энергии	38	10	10	14
1.1	Обзор различных систем запасаения энергии	8	2	2	4
1.2	Классификация источников энергии	13	4	4	5
1.3	Современные системы энергообеспечения	13	4	4	5
2.	Раздел 2. Топливные элементы	21	6	6	9
2.1	Общий принцип работы топливных элементов	7	2	2	3
2.2	Классификация топливных элементов	7	2	2	3
2.3	Материалы катода и анода	7	2	2	3
3.	Раздел 3. Аккумуляторы-I	21	6	6	9
3.1	Сравнение первичных и перезаряжаемых химических источников тока	7	2	2	3
3.2	Никель-кадмиевые аккумуляторы	7	2	2	3
3.3	Примеры промышленных применений	7	2	2	3
4.	Раздел 4.Литий-ионные аккумуляторы	21	6	6	9
4.1	Сферы применений и основные ограничения	7	2	2	3
4.2	Способы получения материалов на основе слоистых оксидов переходных металлов	7	2	2	3
4.3	Методы исследования соединений	7	2	2	3
5	Раздел 5. Пост-ЛИА: натрий-калий-ионные, твердотельные аккумуляторы	11	4	4	3
5.1	Особенности твердотельных аккумуляторов	11	4	4	3
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Типы систем хранения и запасаения энергии.

Классификация источников энергии (тепло-, гидро-, атомная и альтернативные: био-, ветро-, солнечная, геотермальная). Современные системы энергообеспечения. Постановка задачи о целесообразности запасаения энергии. Обзор различных систем запасаения энергии: механических (гидроаккумулирующие станции, хранение энергии с использованием сжатого воздуха, маховичный накопитель энергии), термических (термоэлектрические генераторы), электрических (суперконденсаторы, системы с использованием явления сверхпроводимости), химических (свинец-кислотные, никель-металлгидридные, литий-ионные, «пост-литий-ионные», проточные аккумуляторы, технологии хранения водорода и природного газа, топливные элементы).

Раздел 2. Топливные элементы.

Общий принцип работы топливных элементов (ТЭ). Классификация топливных элементов. Низкотемпературные с полимерной мембраной (ПОМТЭ), прямые метанольные (ПМТЭ), щелочные (ЩТЭ). Среднетемпературные: фосфорно-кислотные (ФКТЭ). Высокотемпературные: расплавкарбонатные (РКТЭ), твердооксидные (ТОТЭ), протонкерамические ТЭ (ПКТЭ) как разновидность ТОТЭ. Особенности эксплуатации (топливо, температурный интервал, сфера применения, количество рабочих циклов) каждого из типов. Материалы катода и анода для низкотемпературных и среднетемпературных ТЭ (композиты платины с углеродом), подходы к получению соединений и композитов на их основе, методы нанесения покрытия. Общие закономерности твердофазного, золь-гель методов синтеза материалов. Материалы на основе металлического никеля и его соединений для РКТЭ. Применение в ТОТЭ и ПКТЭ оксидов редкоземельных элементов (методы синтеза, получение материалов с различной морфологией, методы нанесения электродов на поверхность токосъёмника): $Zr_{0.84}Y_{0.16}O_{1.92}$ (YSZ), Ni – YSZ, $La_{1-x}Sr_xMn_{3-\delta}$ (LSM). Симметричный ТОТЭ (С-ТОТЭ). Требования к материалам С-ТОТЭ. Поиск аналогов LSM, семейство перовскитов и перовскитоподобных соединений переходных металлов. Основные физико-химические процессы, протекающие в процессе работы ТОТЭ (диффузия газа, адсорбция, перенос электрона).

Раздел 3. Аккумуляторы-I.

Сравнение первичных и перезаряжаемых химических источников тока. Первые аккумуляторы – опыты Планте и Фора (IX век), Pb-кислотный аккумулятор. Первый «коммерческий» аккумулятор – Эдисон и Юнгер (1901 год). Современное развитие свинец-кислотных батарей, материалы положительного и отрицательного электродов, выбор электролита, эксплуатационные характеристики. Никель-кадмиевые аккумуляторы (Юнгер, 1899 год), развитие технологии в первой половине XX века, подходы к созданию электродов и материалов на основе кадмия, химические процессы, протекающие в процессе работы аккумулятора. Понятие об «эффекте памяти». Никель-металлогидридные аккумуляторы (NiMH) – история создания (1970-1980-ые) – альтернатива системам на основе кадмия. Методы получения материалов для NiMH-аккумуляторов, химические процессы, протекающие в процессе работы элемента. Примеры промышленных применений (Varta, Toyota, Sanyo и т.д.).

Раздел 4. Литий-ионные аккумуляторы.

Литий-ионные системы – сферы применений и основные ограничения. Обратимая де/интеркаляция лития в сульфиды переходных металлов. Открытие обратимое

интеркаляции лития в графит, современная архитектура классического литий-ионного аккумулятора (ЛИА). Способы получения материалов на основе слоистых оксидов переходных металлов (твердофазный, комбинированные с использованием соосаждения и т.д.). Оксоанионные соединения – аккумуляторы на основе литий-железо фосфата и других переходных металлов, подходы к получению оксо- и полианионных соединений переходных металлов как материалов для создания ЛИА. Методы исследования соединений, используемых в качестве материалов аккумуляторов. Химические процессы, протекающие в аккумуляторе в процессе работы, особенности получения сопутствующих соединений и материалов (материалы на основе боросиликатов, соли щелочных металлов и т.д.).

Раздел 5. Пост-ЛИА: натрий- калий-ионные, твердотельные аккумуляторы.

Пост-литий-ионные аккумуляторы: натрий-, калий- ионные (НИА, КИА). Сходства и различия с ЛИА, требования к материалам НИА, КИА и особенности их получения. Твердотельные аккумуляторы – принципиальные отличия от аккумуляторов «классической» архитектуры, физико-химические основы получения керамических материалов, обладающих катионной проводимостью, основные проблемы твердотельных систем.

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	– физическую суть процессов получения, передачи и преобразования энергии;		+				
2	– принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения			+	+	+	+
	Уметь:						
3	– находить нестандартные решения профессиональных задач;		+	+	+	+	+
	Владеть:						
4	– современными методами и средствами исследования, проектирования систем энергообеспечения		+	+	+	+	+
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					
9	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+	+
10	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	+	+	+	+	+

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	Классификация источников энергии.	2
2	1	Походы к генерации энергии с пониженным углеродным следом.	2
3	1	Системы хранения энергии.	2
4	2	Топливные элементы: классификация, принцип работы.	2
5	2	Особенности эксплуатации высоко-, средне-температурных ТЭ.	2
6	2	Методы получения материалов для ТОТЭ.	2
7	2	Структурные особенности соединений структурного типа перовскита.	2
8	3	Классификация химических источников тока.	2
9	3	Материалы для первичных источников тока и методы их получения.	2
10	3	Материалы для свинец-кислотных, никель-кадмиевых и никель-металлгидридных элементов и методы их получения.	2
11	3	Способы и особенности синтеза материалов свинец-кислотных, никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторов в промышленности.	2
12	4	Основные особенности и принцип работы литий-ионного аккумулятора.	2
13	4	Способы синтеза материалов положительного электрода литий-ионных аккумуляторов: сульфиды и оксиды переходных металлов.	2
14	4	Способы синтеза материалов положительного электрода литий-ионных аккумуляторов: оксоанионные соединения переходных металлов.	2
15	4	Способы синтеза материалов положительного электрода литий-ионных аккумуляторов: полианионные соединения переходных металлов.	2
16	5	Основные задачи, решаемые при создании твердотельных аккумуляторов, способы получения проводящих многослойных керамических структур.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Материалы для технологий энергетики*» 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** (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 контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме **зачёта с оценкой** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы (5 семестр) составляет 20 баллов за каждую.

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

1. Приведите классификацию источников энергии, применяемых на данный момент в промышленности и быту.
2. Опишите принцип работы конденсатора и приведите пример их применений в различных областях техники.
3. Какие основные требования предъявляются к материалам, применяемых в конденсаторах. Приведите примеры нескольких соединений, используемых при создании материалов.
4. Опишите принцип работы гидроаккумулирующей электростанции. Назовите примеры материалов, которые используются при создании конструктивных элементов электростанции данного типа.
5. Опишите принцип работы атомной электростанции. Приведите классификацию атомных электростанций.
6. Напишите уравнение радиоактивного распада урана-235. Сформулируйте определение период полураспада. Приведите изотопный состав природного урана. Приведите примеры радиоактивных изотопов, применяемых в АЭС.
7. Напишите схемы химических процессов, применяемых в цикле ядерного топлива.
8. Опишите принцип работы топливного элемента. Приведите примеры соединений и материалов на их основе, применяемых в низкотемпературных топливных элементах.

Приведите примеры полимерных мембран, применяемых в ТОТЭ, предложите способы их получения.

9. Приведите примеры соединений, применяемых в высокотемпературных топливных элементах и методы их получения. Сформулируйте определение золь-гель процесса, а также приведите его схему.

10. Опишите процессы, протекающие в процессе работы высокотемпературного топливного элемента.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 2 баллов за вопрос.

1. Опишите основные достижения IX века в создании аккумуляторов. Приведите примеры более ранних опытов по созданию аккумуляторов.

2. Дайте объяснение термина первичный химический источник тока. Напишите уравнения химических реакций, протекающих в процессе работы первичного химического источника тока.

3. Приведите схемы химических реакций получения материалов для свинец-кислотных аккумуляторов. Обозначьте наиболее важные особенности получения такого рода материалов. Напишите уравнение химической реакции, протекающей в процессе работы свинец-кислотного аккумулятора. Укажите сферы применения аккумуляторов данного типа.

4. Опишите принцип работы и напишите уравнения химических реакций, протекающих в процессе работы никель-кадмиевого и никель-металлгидридного аккумулятора. Сравните два типа аккумуляторов, укажите основные недостатки, в том числе в сравнении со свинец-кислотными. Дайте определение понятия «эффект памяти» и его физикохимическое обоснование.

5. Дайте определение понятия «эффект памяти» и его физикохимическое обоснование.

6. Приведите примеры получения в промышленности и сфер применения никель-металлгидридных аккумуляторов.

7. Сравните характеристики (удельная и объёмная плотность, рабочее напряжение, количество рабочих циклов) свинец-кислотных, никель-кадмиевых, никель-металлгидридных аккумуляторов. Предложите оптимальные сферы применения для каждого из них.

8. Опишите основные экологические проблемы, возникающие при использовании аккумуляторов на основе никеля, свинца. Предложите химический способ утилизации использованных батарей, а также переработки и возвращения полезных вторичных материальных ресурсов в индустриальный цикл.

9. Сравните соединения, кристаллизующиеся в структурном типе минерала перовскита, применяемых в ТЭ и аккумуляторах.

10. Опишите процесс и приведите схемы химических реакций, протекающих при выделении сырья при производстве соединений редкоземельных элементов.

Разделы 4,5. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 2 баллов за вопрос.

1. Предложите способ получения сульфидов переходных металлов, а также напишите уравнение реакций, протекающих в процессе работы литиевого элемента питания.

Укажите основные недостатки элементов питания на основе сульфидов.

2. Опишите принцип работы литий-ионного аккумулятора, назовите материалы, которые были использованы в первых коммерческих элементах (1990-ые годы). Приведите

описание вклада Джона Гуденафа, Стэнли Виттингхэма и Акира Ёсино в создание ЛИА (Нобелевская Премия 2019 года).

3. Опишите способы получения слоистых оксидов переходных металлов. Какие методы исследования необходимы для контроля качества получаемых материалов. Опишите механизм золь-гель процесса. Какие физико-химические закономерности используются в процессе получения малорастворимых соединений переходных металлов в качестве прекурсоров для получения материалов ЛИА.
4. Дайте определение понятию «индуктивный эффект». Приведите примеры получения литий-железо фосфата, LiFePO_4 и композитов на его основе. Приведите примеры семейств оксоанионных соединений, применяемых в современных ЛИА.
5. Сравните следующие классы материалов положительного электрода металл-ионных аккумуляторов: оксоанионные, полианионные соединения переходных металлов.
6. Приведите примеры солей щелочных металлов, а также органических соединений, применяемых для создания электролитов литий-, металл-ионных аккумуляторов.
7. Дайте определение термину ионная проводимость. Сравните ионные проводимости жидких электролитов и некоторых твердотельных электролитов ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ и т.д.). Приведите возможные схемы синтеза оксидов, используемых в качестве электролитов твердотельных аккумуляторов.
8. Опишите основные задачи, решаемые при переходе от литий-ионных к натрий-, калий-ионным системам. Стабилизация каких структурных типов возможна для соединений натрия и калия (в сравнении с соединениями лития).
9. Опишите и приведите методы получения материалов на основе углерода для применения в сфере металл-ионных аккумуляторов.
10. Дайте определение следующим понятиям: сплав, твёрдый раствор. Опишите примеры применения сплавов в натрий-ионных аккумуляторах.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт с оценкой).

Билет для зачёта включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса.

1 и 2 вопрос – по 8 баллов, 3 и вопрос – по 12 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт с оценкой).

1. Какие основные требования предъявляются к материалам, применяемых в конденсаторах. Приведите примеры нескольких соединений, используемых при создании материалов.
2. Опишите принцип работы топливного элемента. Приведите примеры соединений и материалов на их основе, применяемых в низкотемпературных топливных элементах. Приведите примеры полимерных мембран, применяемых в ТОТЭ, предложите способы их получения.
3. Сравните характеристики (удельная и объёмная плотность, рабочее напряжение, количество рабочих циклов) свинец-кислотных, никель-кадмиевых, никель-металлгидридных аккумуляторов. Предложите оптимальные сферы применения для каждого из них.
4. Классифицируйте современные методы генерации энергии. Опишите основные преимущества и недостатки каждого из них. Дайте оценку на качественном уровне экологической нагрузки на локальный биогеоценоз при строительстве и эксплуатации ГЭС, ТЭЦ, АЭС и т.д.

- 5.Опишите с приведением химических реакций замкнутый ядерный цикл. Дайте определение терминам «радиоактивный распад», «период полураспада».
- 6.Опишите принцип работы ТЭЦ и приведите примеры различных видов топлив, используемых в ТЭЦ на данный момент.
- 7.Напишите уравнение, определяющее ёмкость конденсатора. Опишите устройство конденсатора.
- 8.Опишите принцип работы системы хранения энергии на основе сжатого воздуха, запасаения теплоты.
- 9.Приведите примеры сталей, композитов, бетонов, применяемых при создании ГЭС, приливных, геотермальных электростанций.
- 10.Дайте определение понятию «химический источник тока». Сравните конденсатор, первичный химический источник тока и аккумулятор. Дайте определение понятию «фарадеевский процесс».
- 11.Какие существуют системы запасаения энергии, в которых реализуются особые физические свойства соединений и материалов на их основе (например, системы, использующие явление сверхпроводимости). Опишите основные известные на данный момент классы сверхпроводников. Приведите схему получения сверхпроводящих керамик на основе оксидов иттрия-бария-меди ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$).
- 12.Нарисуйте схему гальванического элемента. Укажите, какие соединения были использованы в первых гальванических элементах.
- 13.Укажите, соединения каких металлов имеют особое значения для получения материалов для топливных элементов. Опишите промышленный цикл выделения редкоземельных элементов с приведением химических реакций.
- 14.Опишите структурный тип минерала перовскита. Приведите примеры соединений, кристаллизующихся в данном структурном типе, которые применяются в топливных элементах, аккумуляторах.
15. Приведите примеры соединений, применяемых в высокотемпературных топливных элементах и методы их получения. Сформулируйте определение золь-гель процесса, а также приведите его схему.
- 16.Сравните возможности получения материалов твердофазным, золь-гель методами. Опишите особенности и приведите пример использования метода Печини для получения материалов аккумуляторов, топливных элементов.
- 17.Дайте определение понятия «полимерная мембрана топливного элемента». Приведите примеры полимерных мембран (нафион и т.д.).
- 18.Опишите методы получения соединений никеля, кадмия, а также гидридов металлов для создания никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторов.
- 19.Опишите с приведением схем химических реакций методов получения слоистых оксидов переходных металлов для применения в качестве положительных электродов литий-ионных аккумуляторов.
- 20.Опишите основные ресурсы кобальта, никеля, меди, лития. Приведите схему получения соединения, никеля, меди, кобальта и лития для создания материалов электродов аккумуляторов.
- 21.Индуктивный эффект оксо- и поли- анионных групп и его использованием для получения материалов электродов аккумуляторов с заданными характеристиками. Закон Фарадея – определение ёмкости материала.
- 22.Материалы на основе графита и различных видах углерода для применения в качестве отрицательного электрода аккумулятора – методы получения, особенности эксплуатации.
- 23.Методы получения особо чистых солей щелочных металлов для создания электролитов металл-ионных аккумуляторов. Приведите основные классы соединений, методы их получения и особенности синтеза.

24. Методы получения боросиликатных соединений для создания сепараторов классических литий-ионных аккумуляторов. Приведите схему процесса с указанием химических реакций.
25. Особенности получения соединений лития. Укажите основные месторождения соединений лития, укажите основные достоинства и недостатки каждого из них.
26. Опишите методы получения органических соединений, применяемых при создании электролитов металл-ионных аккумуляторов.
27. Приведите описание вклада Джона Гуденафа, Стэнли Виттингхэма и Акира Ёсино в создание ЛИА (Нобелевская Премия 2019 года).
28. Опишите способы получения слоистых оксидов переходных металлов. Какие методы исследования необходимы для контроля качества получаемых материалов. Опишите механизм золь-гель процесса. Какие физико-химические закономерности используются в процессе получения малорастворимых соединений переходных металлов в качестве прекурсоров для получения материалов ЛИА.
29. Укажите основные месторождения редкоземельных металлов, применяемых при создании керамик, обладающих проводимостью по ионам щелочных металлов, например, лития. Напишите уравнения химических реакций, протекающих в процессе выделения соединений иттрия, галлия, циркония.
30. Опишите основные стадии взаимодействия иона щелочного металла с материалом электрода в процессе заряда/разряда металл-ионного аккумулятора.
31. Опишите технологическую схему получения металлического алюминия, приведите уравнения реакций. Дайте объяснение возможности отказа от алюминиевого токосъёмника при переходе от ЛИА к натрий-ионному аккумулятору. Укажите побочные процессы, протекающие в результате электролиза расплавов соединений алюминия.
32. Какие методы «мягкой химии» (“chimie douce”) применяются при синтезе материалов ТЭ, аккумуляторов.
33. Дайте определения понятиям «коллоидная (дисперсная) система», «золь», «гель». Опишите подходы к созданию дисперсных материалов золь-гель методом.
34. Опишите процесс получения соединений фосфора в промышленности. Приведите химические реакции. Приведите примеры крупных месторождений фосфора. Напишите химические реакции, соответствующие синтезу материалов положительного электрода аккумулятора со структурой минерала трифилита (LiFePO_4). Опишите кристаллическую структуру соединений, кристаллизующихся в данном структурном типе.
35. Напишите схему реакций, протекающих при синтезе методами «мягкой химии» соединений со структурой трифилита (LiFePO_4 , NaFePO_4). Дайте объяснение почему синтез NaFePO_4 твердофазным методом приводит к образованию соединения со структурой минерала марицита.
36. Приведите несколько примеров использования органических и высокомолекулярных соединений для создания проводящих покрытий материалов электродов аккумуляторов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (5 семестр).

Зчёт с оценкой по дисциплине «*Материалы для технологий энергетики*» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачёта* состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия Профиль – «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»
	Материалы для технологий энергетики
Билет № 1 1.Напишите уравнение, определяющее ёмкость конденсатора. Опишите устройство конденсатора. 2.Приведите описание вклада Джона Гуденафа, Стэнли Виттингхэма и Акира Ёсино в создание ЛИА (Нобелевская Премия 2019 года). 3.Опишите способы получения слоистых оксидов переходных металлов. Какие методы исследования необходимы для контроля качества получаемых материалов. Опишите механизм золь-гель процесса. Какие физико-химические закономерности используются в процессе получения малорастворимых соединений переходных металлов в качестве прекурсоров для получения материалов ЛИА. 4.Индуктивный эффект оксо- и поли- анионных групп и его использованием для получения материалов электродов аккумуляторов с заданными характеристиками. Закон Фарадея – определение ёмкости материала.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Химия твердого тела учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений А.В.Кнотько, И.А.Пресняков, Ю.Д.Третьяков – Москва: Издательский центр "Академия", 2006 год
2. Электрохимия: учебное пособие для вузов / Мир химии – Ф. Миомандр и др.; пер. с фр. В.Н. Грасевич; под ред. Ю.Д. Гамбурга. – Москва, Техносфера, 2008 год

Б. Дополнительная литература

1. Electrochemical methods. Fundamentals and applications – A. J. Bard, L. R. Faulkner- John Wiley & Sons, INC, 2001 год
2. Comprehensive Inorganic Chemistry II: From Elements to Applications 2nd Edition, Kindle Edition – Jan Reedijk (editor), Kenneth R. Poeppelmeier (Editor), Elsevier, 2013 год
3. Физикохимия поверхности В. И. Ролдугин – Москва: Интеллект, 2011 год

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 «Nature Sustainability» ISSN 2398-9629
- Журнал «Journal power sources» ISSN 03787753
- Журнал «Solid State Chemistry» ISSN 00224596, 1095726X
- Журнал «Chemistry of materials» ISSN 08974756, 15205002
- Журнал «Успехи Химии» ISSN 0042-1308, 1817-5651
- Журнал «Chemical reviews» ISSN 00092665, 15206890

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://www.nature.com/natsustain>
- <https://www.uspkhim.ru>
- <https://energypolicy.ru>
- <https://energy.skolkovo.ru/en/senec/research/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

- сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*Материалы для технологий энергетики*» проводятся в форме лекционных, семинарских 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;
Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Типы систем хранения и запасаения энергии	<i>Знает:</i> – физическую суть процессов получения, передачи и преобразования энергии; <i>Умеет:</i> – находить нестандартные решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – современными методами и средства исследования, проектирования систем энергообеспечения	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)
Раздел 2. Топливные элементы	<i>Знает:</i> – принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения; <i>Умеет:</i> – находить нестандартные решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – современными методами и средства исследования, проектирования систем энергообеспечения	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)
Раздел 3. Аккумуляторы-I	<i>Знает:</i> – принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения; <i>Умеет:</i> – находить нестандартные решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – современными методами и средства исследования, проектирования систем энергообеспечения	Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)

Раздел 4. Литий-ионные аккумуляторы	<i>Знает:</i> – принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения; <i>Умеет:</i> – находить нестандартные решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – современными методами и средствами исследования, проектирования систем энергообеспечения	Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр) Оценка за <i>зачёт с оценкой</i> (5 семестр)
Раздел 5. Пост-ЛИА: натрий-калий-ионные, твердотельные аккумуляторы	<i>Знает:</i> – принципы действия, конструкции, области применения и потенциальные возможности систем энергообеспечения; <i>Умеет:</i> – находить нестандартные решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> современными методами и средствами исследования, проектирования систем энергообеспечения	Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр) Оценка за <i>зачёт с оценкой</i> (5 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 – 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
«Материалы для технологий энергетики»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Молекулярная электроника»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором, зав. кафедрой Сколтех В.Ф. Травенем.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кафедры Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии» РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра семестров.

Дисциплина «Молекулярная электроника» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, в том числе в области кристаллохимии, химической термодинамики и строения вещества.

Цель дисциплины состоит в приобретении студентами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области материаловедения и, в частности, в области дизайна, создания и исследования новых функциональных материалов.

Задачи дисциплины

- развитие у обучающихся системных углубленных знаний в области науки о материалах;
- формирование понимания взаимосвязи состава/строения и свойств материала;
- углубление представлений о типах современных материалов и подходах к выбору и дизайну материалов для конкретных прикладных задач

Дисциплина «*Молекулярная электроника*» 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 (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами
			ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	
			ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для изучения реакционной способности органических и гибридных материалов.	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные закономерности электронного строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне;
- важнейшие типы современных материалов, их свойства и область применения;
- основные характеристики электронной структуры различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала;
- методы исследования электронного строения молекул и материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации;

Уметь:

- использовать полученные знания о взаимосвязи состава/электронной структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами;
- оценивать перспективы использования материала для решения различных задач промышленности;
- применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук.

Владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения;
- методологическими подходами к изучению электронной структуры материалов;
- способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.6	128	96
Лекции	1.8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1.4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	0.3
Подготовка к экзамену.		35.6	26.7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. 1 Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне.	153	54	54	45
1.1	Введение	5	2	2	1
1.2	Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне	28	10	10	8
1.3	Экспериментальные методы изучения электронной структура органических молекул и материалов.	28	10	10	8
1.4	Электронная спектроскопия поглощения и испускания	23	8	8	7
1.5	Полярография	23	8	8	7
1.6	Метод электронного парамагнитного резонанса	23	8	8	7
1.7	Граничные электронные уровни молекул.	23	8	8	7
2.	«Работа» электронной структуры в материалах генерации, преобразования и сохранения энергии.	27	10	10	7
2.1	Фотовольтаические ячейки.	11	4	4	3
2.2	Фотохимические реакции для запасания энергии	11	4	4	3
2.3	Заключение	5	2	2	1
	ИТОГО	180	64	64	52
	Экзамен (если предусмотрен УП)	36			
	ИТОГО	216			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне.

1.1. Введение.

Место дисциплины «Электронная структура органических молекул и материалов» среди наук о материалах в плеяде естественнонаучных дисциплин. Электронная структура органических молекул в терминах молекулярных орбиталей и электронных уровней - основа функционирования органических соединений и органо-гибридных конъюгатов в современных материалах молекулярной электроники и фотоники. Задачи и методы дисциплины. Роль параметров электронной структуры органических молекул и материалов в формировании их функциональных свойств. Перспективы дизайна «умных» материалов.

1.2. Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне.

Методы расчета электронной структуры молекул и материалов. Квантовая механика - основа современной интерпретация природы химической связи в органических и органо-гибридных материалах. Методы расчета электронной структуры молекул и материалов включают применение как полуэмпирических, так и неэмпирических подходов. Наиболее распространенный современный способ расчета молекулярных свойств основан на теории функционала плотности (DFT), которая фокусируется на общей электронной плотности молекулы. При этом применяются различные приближения, откалиброванные путем сравнения экспериментальных данных с результатами расчетов методами МО. B3LYP - наиболее широко применяемый из многих возможных обменных и корреляционных функционалов. 6-31G* и 6-31G** - обычно используемые базисные наборы. Применение вычислений DFT для значительно больших молекул, чем наиболее точные методы *ab initio*. Применение методов DFT для теоретического обоснования таких важных химических понятий, как электроотрицательность, жесткость/мягкость электронной оболочки, для анализа спектральных свойств молекул и материалов

1.3. Экспериментальные методы изучения электронной структура органических молекул и материалов.

Фотоэлектронная спектроскопия – основной метод оценки уровней энергии электронов в органических молекулах. Фотоэлектронная спектроскопия в газовой фазе дает информацию о занятых электронных уровнях, в том числе и о высшей занятой молекулярной орбитали органической молекулы. Информация о высших занятых молекулярных орбиталях из результатов изучения положения полос с переносом заряда в электронных абсорбционных спектрах соответствующих комплексов органических субстратов с п-акцепторами.

Информация о вакантных электронных уровнях органических молекул из данных электронной трансмиссионной спектроскопии в газовой фазе. Сопоставление данных об энергиях занятых и вакантных уровнях - информация о параметрах электронных щелей, определяющих параметры электронных переходов как внутри электронной оболочки молекулы, так и в межмолекулярных взаимодействиях. Применение параметров граничных электронных уровней органических соединений для дизайна материалов солнечной энергетики.

1.4. Электронная спектроскопия поглощения и испускания

(флуоресцентная спектроскопия) о природе и структуре возбужденных состояний молекул., Анализ природы полос поглощения и испускания - источник информации о взаимодействии отдельных фрагментов в молекулах и конъюгатах. которые вносят определяющий вклад в распределение электронной плотности как в основном, так и в возбужденном состояниях соответствующих структур.

1.5.Полярография –

метод измерения энергий занятых и вакантных энергетических уровней органических молекул в условиях ассоциации, в частности, в жидкой фазе. Оценки влияния сольватации на электронную структуру сложных органических молекул и их ион-радикалов при их переходе от индивидуального состояния в газовой фазе к сольватированному состоянию в жидкой фазе. Обратимые электрохимические процессы - циклическая вольтамперометрия,

1.6.Метод электронного парамагнитного резонанса.

Оценки распределения спиновой плотности в ион-радикалах органических молекул. Роль ион-радикалов в аккумуляровании солнечной энергии.

1.7. Граничные электронные уровни молекул. Влияние самоассоциации и среды на электронную структуру.

Эффекты самоассоциации - причина значительные смещения характеристических частот в ИК-спектрах. Эффективный дипольный момент как следствие взаимодействия дипольных моментов молекул растворителя и растворенного вещества. Изменение химического сдвига в спектрах ЯМР растворенного вещества вследствие дополнительного экранирования магнитно-активного ядра (например, протона) полем растворителя. Энергетика процессов ассоциации и сольватации в рамках различных подходов. Энергия электростатического взаимодействия растворенной молекулы с растворителем; энергия кавитации - энергия образования полости, в которую помещается растворенная молекула; энергия дисперсионного взаимодействия; энергия отталкивания валентно-несвязанных атомов – составляющие макроскопического подхода. Квантово-химические расчеты совокупности молекул, рассматриваемых как единая система (супермолекула) – основа супермолекулярных (или дискретных) подходов. Независимость распределение электронной плотности на занятых МО от ассоциации органических молекул (на примере аммиака, бензола, уксусной кислоты).

Раздел 2. «Работа» электронной структуры в материалах генерации, преобразования и сохранения энергии.

2.1.Фотовольтаические ячейки.

Органические и гибридные солнечные батареи. Устройство элементарной солнечной ячейки. Основные процессы, протекающие в солнечной ячейке: поглощение солнечного света, сопровождаемое генерацией электронов и зарядов, разделение разноименных зарядов, транспорт зарядов, сбор зарядов на катоде и аноде. Генерация зарядов в фоточувствительном слое совместной работой двух структур – донора D и акцептора A. Особая роль структуры донора - способность поглощать излучение в максимально широком диапазоне видимого спектра, поглощать максимальное количество энергии солнечного света. Полициклические гетероароматические соединения, обладающие развитой π -электронной структурой – эффективные доноры электронов. Роль структуры акцептора электронов. Возбужденные состояния D^* и A^* (экситоны)- Основные

параметры, определяющими эффективность солнечных ячеек: напряжение холостого хода V_{xx} , ток короткого замыкания J_{xz} и фактор заполнения Φ_3 . Зависимость плотности тока короткого замыкания – J_{xz} при нулевом приложенном потенциале от числа фотонов, поглощенных активным слоем ячейки. Зависимость фактора заполнения фотовольтаической ячейки Φ_3 от зарядово-транспортных характеристик компонентов фотоактивного слоя и эффективности переноса заряда на границах раздела между фотоактивным слоем и электродами. Особая роль правильного подбора уровней энергий граничных орбиталей структур D и A. Примеры формирования и функционирования эффективных солнечных ячеек.

2.2. Фотохимические реакции для запасаания энергии.

Роль электроциклических органических реакций, сопровождаемых образованием пространственно-напряженных структур, в аккумулировании солнечной энергии. Регенерация солнечной энергии в ретро-электроциклической реакции в термических условиях. Дизайн полиенов, поглощающих в длинноволновой области спектра, Примеры фотохимических реакций для запасаания энергии - внутримолекулярная циклизация норборнадиена до квадрициклана, норборнадиены, содержащие в положении 2 фрагменты пирилиевых катионов, фотоциклизация нитронов до оксазиридинов.

2.3. Заключение.

Основное преимущество органических фотохромных систем перед неорганическими состоит в возможности широкого варьирования строения молекул для оптимизации процесса запасаания энергии: батохромное смещение длинноволнового поглощения, повышение квантового выхода фотореакции, увеличение теплового эффекта обратной

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– основные закономерности электронного строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне;	+		
2	– важнейшие типы современных материалов, их свойства и область применения;	+		
	– основные характеристики электронной структуры различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала;		+	
	– методы исследования электронного строения молекул и материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации;		+	
	Уметь:			
3	– использовать полученные знания о взаимосвязи состава/электронной структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами;	+		
4	– оценивать перспективы использования материала для решения различных задач промышленности;		+	
	– применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук		+	
	Владеть:			
5	– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения	+	+	
6	– методологическими подходами к изучению электронной структуры материалов;	+	+	
7	– способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.	+	+	
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		
8	ПК-6. Способен проектировать и	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные	+	+

	осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами		
		ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+
		ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для изучения реакционной способности органических и гибридных материалов.	+	+

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	Расчеты электронной структуры молекул и материалов методами квантовой химии.	8
2	1	Фотоэлектронная спектроскопия – основной метод оценки уровней энергии электронов в органических молекулах.	8
3	1	Электронная трансмиссионная спектроскопия - метод оценки вакантных электронных уровней органических молекул.	8
4	1	Электронная спектроскопия поглощения и испускания (флуоресцентная спектроскопия) методы изучения возбужденных состояний молекул.	8
5	1	Полярография и метод электронного парамагнитного резонанса – методы изучения ион-радикалах	8
6	2	Фотовольтаические ячейки: устройство элементарной солнечной ячейки; основные процессы, протекающие в солнечной ячейке	8
7	2	Фотовольтаические ячейки: роль структуры доноров и акцепторов в достижении максимальной эффективности.	6
8	2	Фотохимические реакции для запасаения энергии: основные критерии отбора.	6
9	2	Фотохимические реакции для запасаения энергии: примеры внутримолекулярная циклизация норборнадиена до квадрициклана, фотоциклизация нитронов до оксазиридинов	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (7 семестр) и лабораторного практикума по дисциплине.

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

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 60 (7 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 6 вопросов, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.

Перспективы дизайна «умных» материалов.

Вопрос 2.

Методы *ab initio* в расчетах электронной структуры молекул и материалов.

Вопрос 3.

Методы DFT в расчетах электронной структуры молекул и материалов

Вопрос 4.

Анализ результатов расчетов молекулы бензола.

Вопрос 5.

Определение числа и значений потенциалов ионизации молекулы. Теорема Купманса: ее эффективность и ограничения

Вопрос 6.

Методы полярографии и спектроскопии ЭПР для изучения граничных электронных уровней молекул

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 6 вопросов, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.

Органические и гибридные солнечные батареи.

Вопрос 2.

Роль электроциклических органических реакций, сопровождаемых образованием пространственно-напряженных структур, в аккумулировании солнечной энергии

Вопрос 3.

Энергетика процессов ассоциации и сольватации в рамках различных подходов

Вопрос 4.

Полярография – метод измерения энергий занятых и вакантных энергетических уровней

органических молекул в условиях ассоциации

Вопрос 5.

Информация о высших занятых молекулярных орбиталях из результатов изучения положения полос с переносом заряда в электронных абсорбционных спектрах соответствующих комплексов органических субстратов с п-акцепторами.

Вопрос 6.

Методы расчета электронной структуры молекул

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен).

1. Характеристика методов расчетов электронной структуры молекул и материалов
2. Методы *ab initio* в расчетах электронной структуры молекул и материалов.
3. Методы DFT в расчетах электронной структуры молекул и материалов
4. Определение числа и значений потенциалов ионизации молекулы. Теорема Купманса: ее эффективность и ограничения.
5. Методы оценки электронного сродства и энергий вакантных электронных уровней молекул/
6. Методы полярографии и спектроскопии ЭПР для изучения граничных электронных уровней молекул.
7. Типы и вероятности электронных переходов в ЭАС. Сила осциллятора и интенсивность полосы. Правила отбора.
8. Флуоресцентная спектроскопия.-метод изучения возбужденных состояний молекул.
9. Замедленная (отложенная) флуоресценция: физические основы метода, «работа» в OLED материалах.
10. Методы оценки спиновой плотности в. ион-радикалах Циклическая вольтамперометрия.
11. Устройство элементарной солнечной ячейки; основные процессы, протекающие в солнечной ячейке
12. Роль структуры доноров и акцепторов в достижении максимальной эффективности.
13. Ширина запрещенной зоны и ее оценки расчетами и экспериментом.
14. Основные критерии отбора фотохимических реакций для запасаения энергии.
15. Орбитальный контроль и квантовые выходы фотохимических реакций.
16. Внутримолекулярная циклизация норборнадиена до квадрициклана для запасаения энергии,
17. Фотоциклизация нитронов до оксазиридинов для запасаения энергии

Максимальное количество баллов за экзамен (7 семестр)– 40 баллов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (7 семестр).

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасаения энергии»
	04.03.01 Химия Профиль – «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасаения энергии» Молекулярная электроника
Билет № 1 1. Фотоэлектронная спектроскопия – основной метод оценки уровней энергии электронов в органических молекулах. 2. Фотохимические реакции для запасаения энергии: основные критерии отбора.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Lakowicz J. R. Fluorescence Sensing. Princ. Fluoresc. Spectrosc. 2006, p. 623.
2. Hüfner S. Photoelectron spectroscopy: principles and applications, Springer, Berlin; New York, 2003.
3. Traven V.F., Cheptsov D.A. Russ. Chem. Rev. 2020, V. 89, p. 713.

Б. Дополнительная литература

Травень В.Ф. Органическая химия, 2-е изд., испр., М.: Лаборатория знаний, 2016.
Т. 1 – 368 с. Т. 2 – 517 с. Т. 3 – 388 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- ACS Nano. ISSN: 1936-0851, 1936-086X
- Computational Materials Science. ISSN: 0927-0256
- Advanced Composite Materials. ISSN: 1568-5519
- Advanced Materials. ISSN: 1521-4095
- Chemistry of Materials. ISSN: 1520-5002
- Journal of Applied Crystallography. ISSN: 1600-5767
- Nature Materials. ISSN: 1476-4660

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10, (общее число слайдов – 230).
- цифровые копии учебных материалов, находящихся в открытом доступе в сети Интернет.

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 *«Молекулярная электроника»* 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: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

1.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Электронная структура органических материалов на молекулярном уровне.	<i>Знает:</i> — основные закономерности электронного строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне; — важнейшие типы современных материалов, их свойства и область применения; <i>Умеет:</i> — использовать полученные знания о взаимосвязи состава/электронной структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами; <i>Владеет:</i> — способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения; — методологическими подходами к изучению электронной структуры материалов; — способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.	Оценка за контрольную работу №1, №2 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)
Раздел 2. «Работа» электронной структуры в материалах генерации, преобразования и сохранения энергии.	<i>Знает:</i> — основные характеристики электронной структуры различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала; — методы исследования электронного строения молекул и материала и прогнозирования его	Оценка за контрольную работу №3 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)

	работоспособности в заданных условиях эксплуатации; <i>Умеет:</i> – оценивать перспективы использования материала для решения различных задач промышленности; – применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук. <i>Владеет:</i> – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения; – методологическими подходами к изучению электронной структуры материалов; – способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.	

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
«Молекулярная электроника»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Органическая химия»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена заведующим кафедрой Сколтеха профессором В.Ф.Травенем

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «**Органическая химия**» относится к основной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математических и естественнонаучных дисциплин (курсов высшей математики, общей и неорганической химии), а также компетенций, полученных при изучении органической химии в средней школе.

Цель дисциплины – углубленное изучение студентами фундаментальных основ - концепций и механизмов реакций современной органической химии.

Задачи дисциплины

- формирование знаний теоретических основ современной органической химии, методов получения различных классов органических соединений, их физических и химических свойств;

- приобретение навыков применения теоретических представлений и синтетических методов органической химии к решению практических задач современного органического синтеза.

Дисциплина «**Органическая химия**» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- фундаментальные теоретические представления органической химии концепции строения органических соединений и механизмы органических реакций;

Уметь:

- формировать стратегию синтеза сложных органических соединений, выбирать оптимальные пути синтеза;

Владеть:

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов органических реакций.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2		3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	540	6	216	9	324
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,9	352	3,6	128	6,3	224
Лекции	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Практические занятия (ПЗ)	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Лабораторные работы (ЛР)	2,7	96	-	-	2,7	96
Самостоятельная работа	3,1	116	1,4	52	1,7	64
Контактная самостоятельная работа	3,1		1,4		1,7	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		116		52		64
Виды контроля:						
зач / зач с оц.			-	-	-	-
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			
			2		3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	15	405	6	162	9	243
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,9	267,2	3,6	97,2	6,3	170
Лекции	3,6	97,2	1,8	48,6	1,8	48,6
Практические занятия (ПЗ)	3,6	97,2	1,8	48,6	1,8	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	2,7	72,8			2,7	72,8
Самостоятельная работа	3,1	УП	1,4	37,8	1,7	46
Контактная самостоятельная работа	3,1		1,4		1,7	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		85,8		37,8		46
Виды контроля:						
зач / зач с оц.			-	-	-	-
Экзамен	2	УП	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. Строение органических соединений и механизмы реакций	180	64	64	-	52
1.1	Современные представления о ковалентной связи. Концепции реакционной способности органических соединений	22,5	8	8	-	6,5
1.2	Методы изучения механизмов органических реакций	22,5	8	8	-	6,5
1.3	Реакции электрофильного присоединения к алкенам и алкинам (реакции AdE)	22,5	8	8	-	6,5
1.4	Реакции нуклеофильного замещения у алифатического С-атома (реакции SN) и элиминирования (реакции E). Анхимерное содействие в реакциях SN.	22,5	8	8	-	6,5
1.5	Теория ароматичности.	22,5	8	8	-	6,5
1.6	Реакции электрофильного ароматического замещения (реакции SEAr)	22,5	8	8	-	6,5
1.7	Реакции нуклеофильного замещения при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре.	22,5	8	8	-	6,5
1.8	Металлоорганические и элементоорганические реагенты органического синтеза	22,5	8	8	-	6,5
2.	Раздел 2. Реакции и методы синтеза органических соединений	468	64	64	96	64
2.1	Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе (реакции AdN).	29	8	8	6	7
2.2	Енолизация карбонильных соединений, реакции енолят-ионов и их аналогов	29	8	8	6	7
2.3	Реакции нитронат-ионов. Реакция Анри	29	8	8	6	7
2.4	Реакции окисления, восстановления и защиты функциональных групп	29	8	8	6	7
2.5	Перициклические реакции	29	8	8	6	7
2.6	Реакции циклоалканов и их гетероатомных аналогов	29	6	6	6	7
2.7	Реакции, катализируемые соединениями переходных металлов	29	6	6	6	7
2.8	Реакции, протекающие с промежуточным образованием свободных радикалов, карбенов, нитренов и их аналогов	29	6	6	6	7

2.9	Основные понятия планирования многостадийных синтезов	30	6	6	6	8
	ИТОГО	468	128	128	96	104
	Экзамен	72				
	ИТОГО	540				

4.2 Содержание разделов дисциплины

2 семестр

Раздел 1. Строение органических соединений и механизмы реакций

1.1. Современные представления о ковалентной связи. Концепции реакционной способности органических соединений

Современные представления о ковалентной связи. Описание электронной структуры органических молекул в терминах теории валентных связей (теория ВС). Резонансная стабилизация нейтральных органических молекул и интермедиатов органических реакций.

Основные положения теории и методов молекулярных орбиталей. Метод МО Хюккеля. Понятие о полуэмпирических методах, основанных на приближении Хартри-Фока (MNDO, AM1, PM3 и др.). Методы abinitio. Оценки распределения электронной плотности в нейтральных органических молекулах и интермедиатах органических реакций в терминах теории МО. Расчеты поверхности потенциальной энергии реагирующих систем. Основные положения теории функционала электронной плотности (DFT).

Теории кислот и оснований в органической химии. Термодинамический контроль органических реакций. Уравнение состояния Гиббса: свободная энергия, энтальпия и энтропия равновесной органической реакции. Оценки констант равновесия органических реакций и изомеризационных превращений по их термодинамическим параметрам. Кислоты Бренстеда: OH-, CH-, NH- и SH-кислоты. Электронное и пространственное строение соответствующих сопряженных оснований - оксид-ионов, карбанионов, амид-ионов, тиолат-ионов; факторы, определяющие их устойчивость. Основания Бренстеда: n-, π- и σ-основания. Факторы, определяющие основность по Бренстеду: гибридизация гетероатома, резонансная стабилизация оснований Бренстеда и их сопряженных кислот, стереоэлектронные эффекты. Зависимость термодинамических параметров (энтальпии и энтропии) кислотно-основных равновесий от растворителя. Классификация растворителей: полярные – неполярные, протонные – апротонные. Кислотность и основность органических соединений в газовой фазе.

Кислоты Льюиса: нейтральные и заряженные, π- и σ-. Электрофильные свойства кислот Льюиса. Карбокатионы – кислоты Льюиса; строение, классификация по типу гибридизации C-атома и вакантной орбитали; эффекты стабилизации - резонансная стабилизация, стереоэлектронные эффекты. Мостиковые и ароматические катионы. Основания Льюиса: n-, π- и σ-основания. Жесткие и мягкие кислоты и основания: эмпирическая классификация и количественная трактовка Пирсона. Кислотно-основные реакции Льюиса. Карбокатионы – интермедиаты органических реакций.

Реакции кислот и оснований с позиции теории МО. Концепция граничных орбиталей. Расчетные и экспериментальные оценки энергий и симметрии граничных орбиталей. Потенциалы ионизации и электронное сродство органических молекул. Жесткость и мягкость электронных оболочек молекул и реагирующих систем. Подход Клопмана. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций. Ион-радикалы – интермедиаты органических реакций. Оценки распределение спиновой плотности в ион-радикалах по данным спектроскопии ЭПР и квантовохимических расчетов.

1.2. Методы изучения механизмов органических реакций

Понятие о механизме органической реакции. Классификация органических реакций по механизму. Методы изучения механизмов реакций.

Кинетический метод. Кинетика и механизм органической реакции. Свободная энергия, энтальпия и энтропия активации. Кинетический контроль органических реакций. Переходные состояния. Постулат Хэммонда. Порядок кинетического уравнения и молекулярность реакции. Метод стационарного состояния (принцип Боденштейна). Кинетические изотопные эффекты (первичный и вторичный, нормальный и обратный) о механизме органической реакции.

Принцип линейности свободных энергий. Уравнение Гаммета. Константы заместителей σ и константа реакции ρ . Модифицированные константы заместителей (σ_0 , σ^- , σ^+). Уравнение Тафта. Индукционные константы заместителей σ^* . Стерические константы ES заместителей. Уравнение Грюнвальда – Уинштейна. Параметры растворителей γ . Применение корреляционного анализа для изучения механизмов органических реакций. Малополярные и высокополярные переходные состояния. Примеры нелинейных зависимостей свободных энергий.

Сtereoхимический метод в изучении механизмов органических реакций. Эффекты стабилизации конформационных изомеров алканов, алкенов, гетероатомных молекул (аминов, эфиров, альдегидов, кетонов). Природа стереоэлектронных эффектов. Динамическая стереохимия: стереоселективные и стереоспецифические реакции; прохиральные молекулы; гетеротопные (энантиотопные) атомы и стороны в органических реагентах; сохранение и обращение конфигурации; рацемизация и эпимеризация. Примеры стереоселективных и стереоспецифических реакций: гидрирование, восстановление кетонов, эпоксицирование аллиловых спиртов, Энантиомерные и диастереомерные переходные состояния.

1.3. Реакции электрофильного присоединения к алкенам и алкинам (реакции Ad_E)

Реакции электрофильного присоединения к алкенам: AdE_2 и AdE_3 . Открытые карбокатионы, тесные ионные пары, симметричные и несимметричные циклические (мостиковые) катионы, циклические незаряженные переходные состояния в механизмах реакций AdE_2 и AdE_3 . Кинетика, региоселективность и стереоспецифичность реакций AdE ; особенности реакций с циклоалкенами. σ -Анализ о природе переходного состояния реакций AdE . Реакции с галогенами и галогеноводородами. Гидроборирование: реагенты, обеспечивающие высокую региоселективность; превращения алкилборанов в алканы, спирты, амины, галогеналканы. Реакции с иодацилатами. Синтезы на основе аддуктов алкенов с иодацилатами. Иодлактонизация. Син- и анти-дигидроксилирование (реакции Криге, модификация Майлса, Вудварда, Прево). Реакции эпоксицирования алкенов и превращения оксиранов. Реакции сульфенилирования и селенирования алкенов. Селенолактонизация. Активирование слабых электрофилов в реакциях AdE их комплексообразованием с кислотами Льюиса.

Реакции электрофильного присоединения к алкинам; типы механизмов и интермедиатов; регио- и стереоселективность. Реакции с галогенами и галогеноводородами, гидроборирование (и реакции винилборанов), сульфенилирование, гидратация. Кросс-сочетание алкинов: реакции Глазера, Кадио-Ходкевича, Кастро-Стефенса, Соногаширы. Реакции винилирования спиртов, тиолов, аминов, карбоновых кислот, амидов с участием терминальных алкинов (реакции Реппе)

1.4. Реакции нуклеофильного замещения у алифатического C-атома (реакции S_N) и элиминирования (реакции E). Анхимерное содействие в реакциях S_N .

Бимолекулярное нуклеофильное замещение у алифатического C-атома (реакции SN_2). Одностадийный (синхронный) механизм. Влияние нуклеофила; нуклеофильность и основность нуклеофилов. Шкалы нуклеофильности. Нуклеофильные константы Свена-Скотта. Влияние сольватации на нуклеофильность. Корреляционные уравнения

Свена—Скотта и Эдвардса. Влияние строения субстрата. Причины значительной роли стерического фактора в реакциях SN2. Зависимость качества уходящей группы отееосновности.

Мономолекулярное нуклеофильное замещение у алифатического С-атома (реакции SN1). Двухстадийный (ионизационный) механизм. Кинетика первого порядка. Влияние строения субстрата. Ионизирующая способность растворителя. Уравнение Грюнвальда-Уинстейна. Стереохимия реакций SN1: рацемизация и рацемизация с обращением. Роль тесных и рыхлых ионных пар в стереохимии реакций SN1.

Сохранение конфигурации в реакциях нуклеофильного замещения SN2. Механизм анхимерного содействия – двойное обращение конфигурации; роль энтропийного фактора. Циклические интермедиаты. Анхимерное содействие со стороны гетероатомов, π (C=C, арил)- и σ (C-C, C-H)-связей. Реакции производных норборнена и норборнана. Неклассические карбокатионы и их резонансная стабилизация.

Амбидентныенуклеофилы (нитрит-, цианид-, цианат-, тиоцианат-, енолят-, сульфит- и гидросульфит-ионы) в реакциях нуклеофильного замещения.

Механизмы реакций элиминирования: E1, E2, E1cb и E1cb-like. Региоселективность и стереоспецифичность. Стереозлектронные требования и стереоспецифичность при E2-элиминировании. Влияние природы основания и нуклеофуга на направление элиминирования. Влияние растворителя и температуры на конкуренцию реакций замещения и элиминирования. Термическое син-элиминирование. син-Элиминирование N-окисей третичных аминов по Коупу.

Трансформации функциональных групп с применением нуклеофильного замещения у алифатического С-атома. Превращение спиртов в алкилирующие агенты. Реакции спиртов с тионилхлоридом (с участием растворителя и без него) и с галогенидами фосфора. Реакции замещения гидроксигруппы с промежуточным образованием алкоксифосфониевых интермедиатов. Реакция Мицунобу. Получение нитрилов, азидов, аминов, амидов, эфиров. Получение эфиров карбоновых и сульфокислот. Реакции с участием нуклеофильных производных фосфора и серы.

1.5. Теория ароматичности.

Ароматичность, антиароматичность и неароматичность. Правило Хюккеля и его квантово-химическая трактовка. Критерии ароматичности органических соединений: экспериментальные (теплоты реакций, спектры ЯМР, рентгеноструктурный анализ) и квантово-химические. Недостаточность теории резонанса в описании ароматичности. [n]Аннулены: синтез, строение и реакции, Ароматические катионы и анионы: получение, оценки устойчивости. Гомоароматические ионы. Конденсированные аналоги [n]аннуленов: пентален, гептален, азулен. Полициклические ароматические углеводороды: нафталин, антрацен, фенантрен. Гетероароматические соединения. Элементоорганические и металлоорганические ароматические соединения: элемента- и металабензолы. Ароматичность переходных состояний.

1.6. Реакции электрофильного ароматического замещения (реакции S_EAr)

Общая схема механизма реакций электрофильного ароматического замещения (реакции S_EAr). Строение и примеры идентификации π - и σ -комплексов – интермедиатов реакций S_EAr. Кинетические изотопные эффекты в реакциях S_EAr. Скорость определяющая стадия. Влияние заместителей: о/п-ориентанты (сильно активирующие, умеренно активирующие, слабоактивирующие, слабодезактивирующие); м-ориентанты (умеренно дезактивирующие, сильно дезактивирующие). Количественные оценки ориентирующего влияния заместителей. Факторы парциальных скоростей. Оценки селективности к положению и субстрату в реакциях S_EAr. Объяснение ориентации с позиций теории резонанса и концепции граничных орбиталей. σ -Анализ о природе

переходного состояния реакций SE_{Ar} : ранние и поздние переходные состояния. Процессы одноэлектронного переноса в реакциях SE_{Ar} .

Особенности отдельных реакций электрофильного ароматического замещения: электрофильные реагенты, кинетика, примеры препаративных протоколов. Применение в качестве электрофилов производных сильных карбоновых и сульфоновых кислот (CF_3COOH , CF_3SO_3H): реакции галогенирования, нитрования, алкилирования, ацилирования, гидроксирования, металлирования.

Реакции в полизамещенных аренах. Согласованная и несогласованная ориентация заместителей. Реакции ипсо-замещения. Направленный синтез полизамещенных аренов.

1.7. Реакции нуклеофильного замещения при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре.

Механизмы нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридного атома углерода. Нуклеофильное замещение у винильного C-атома; механизм присоединения-отщепления. Нуклеофильное замещение в активированных ароматических галогенпроизводных. Комплексы Мейзенгеймера. Данные σ -анализа о механизме присоединения-отщепления. Нуклеофильное замещение в неактивированных галогенпроизводных бензола. Ариновый механизм. Реакции нуклеофильного замещения у ароматического атома углерода, катализируемые соединениями меди и палладия. Реакция Розенмунда-Брауна; каталитический цикл нуклеофильного замещения галогена в галогенаренах в присутствии меди (+1). Биарильная конденсация Ульмана. Нуклеофильное замещение водорода. Викариозное нуклеофильное замещение в ароматических гетероциклах.

1.8. Металлоорганические и элементоорганические реагенты органического синтеза

Методы получения металлоорганических соединений: реакции металлов с галогенопроизводными, обменные реакции металлоорганических соединений с солями металлов. Механизмы обменных реакций. Электрофильное замещение у алифатического C-атома; особенности стереохимии. Электронное строение и нуклеофильные свойства соединений со связью C-элемент и C-металл. Зависимость ионности связи C-металл от электроотрицательности металла.

Получение магниорганических соединений (реагентов Гриньяра); особенности механизмов реакций магния с галогеналканами, а также с арил-, винил- и циклопропилгалогенидами. Влияние строения углеводородного фрагмента и растворителя на конфигурационную устойчивость реактивов Гриньяра. Особенности получения реактивов Гриньяра из винилгалогенидов. Реагенты Нормана. Строение реактивов Гриньяра в растворителях. Основные и нуклеофильные свойства реактивов Гриньяра. Реакции с аллил- и бензилгалогенидами, алкилсульфонатами; обменные реакции с галогенидами металлов и металлоидов.

Получение литийорганических соединений: реакции галогенпроизводных с литием и бутиллитием, реакции переметаллирования, восстановление органических сульфидов литием. Особенности литирования аренов, содержащих активирующие и ориентирующие функциональные группы: алкокси-, амидо-, сульфоксидо-, сульфонильные группы, атомы фтора. Конфигурационная устойчивость литийорганических реактивов. Влияние растворителя на ассоциацию. Литийалканы, литийалкены, литийалкины и литийарены в реакциях нуклеофильного замещения у алифатического атома углерода. Литийдиалкилкупраты: получение и особенности их реакций как нуклеофилов.

Раздел 2. Реакции и методы синтеза органических соединений**2.1. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе (реакции AdN).**

Реакции карбонильных соединений с O-, S-, N- и H-нуклеофилами. Механизмы нуклеофильного присоединения по карбонильной группе (реакции AdN); особенности механизма реакций с сильными и слабыми нуклеофилами; основной и кислотный катализ (общий и специфический) реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Факторы, определяющие реакционную способность карбонильных соединений в реакциях AdN. Гидратация альдегидов и кетонов. Ацетали и тиоацетали; применение циклических ацеталей и их тиоаналогов в органическом синтезе. Синтезы на основе 1,3-дитианов. «Обращение полярности» карбонильной группы. Реакции с N-нуклеофилами; стереохимия восстановления циклических и бициклических кетонов. Правило Крама.

Реакции с C-нуклеофилами. Получение циангидринов и синтезы на их основе. Реакции карбонильных соединений с реактивами Гриньяра; механизмы AdN и включающий стадию одноэлектронного переноса. Побочные превращения реактивов Гриньяра, обусловленные стерическими затруднениями в их реакциях с карбонильными соединениями. Стереохимия реакций карбонильных соединений с реактивами Гриньяра. Литийорганические реагенты как нуклеофилы в реакциях AdN. CН-Кислотность органических соединений фосфора, серы и кремния и их применение в реакциях AdN.

Реакции Виттига (и в модификации Шлоссера), Хорнера-Уодсворта-Эммонса, Кори-Чайковского, Жюлиа-Лижо (и в модификации Коцински), Петерсона; реагенты, особенности протоколов, стереохимия, синтезы E- Z-алкенов и оксиранов. Кинетический и термодинамический контроль реакций олефинирования. Стереохимия реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе.

Реакции конденсации карбонильных соединений с N-нуклеофилами. Механизмы синтеза (механизм AdN-E) и гидролиза соединений с кратной связью C=N. Зависимость скорости гидролиза от pH. Данные ор-анализа. Синтез енаминов. Примеры генерации азометинилидов *in situ* реакцией вторичных аминокислот с 1,2-дикетонами (decarboxylativecondensation вторичных аминокислот с 1,2-дикетонами).

Механизмы реакций нуклеофильного замещения у карбонильной группы в производных карбоновых кислот. Тетраэдрический механизм. Данные ор-анализа, изотопные метки и стереохимические результаты в доказательствах механизма. Катализ в реакциях нуклеофильного замещения у карбонила: кислотный (специфический и общий), основной (специфический и общий), нуклеофильный и нуклеофильный внутримолекулярный. Особая роль в реакциях биоорганических субстратов. Бифункциональные катализаторы. Методы ацилирования OH- и NH₂-функций. Реакции прямого и сопряженного присоединения α,β – ненасыщенных карбоновых кислот и их производных.

2.2. Енолизация карбонильных соединений, реакции енолят-ионов и их аналогов

CН – Кислотность и кето-енольная таутомерия альдегидов и кетонов; влияние строения и растворителя. Условия термодинамического и кинетического контроля процесса енолизации. Региоселективность и стереоселективность образования енолят-ионов из кетонов и сложных эфиров. Методы генерирования енолят-ионов: депротонирование карбонильного соединения, из силиловых эфиров енолов, из α,β – ненасыщенных кетонов. Влияние растворителя на строение и реакционную способность енолят-ионов.

Реакции енолят-ионов с электрофилами. Амбидентность енолят-ионов. Региоселективные реакции по O – и C– атомам с жесткими и мягкими электрофилами. Алкилирование енолят-ионов: алкилирование альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров, амидов и нитрилов. Стереохимия алкилирования.

Стереоспецифичное алкилирование производных карбоновых кислот (N-ацилосахолидины как интермедиаты). Генерация и алкилирование дианионов. Внутримолекулярное алкилирование енолятов. Перегруппировка Фаворского. Особенности реакций алкилирования енолят-ионов β -дикарбонильных соединений; влияние растворителя. Азотсодержащие аналоги енолов и енолят-ионов: енамины, иминиевые ионы.

Реакции альдольного присоединения и альдольной конденсации; механизмы основного и кислотного катализа. Перекрестные альдольные конденсации. Реакция Клайзена-Шмидта. Региоселективность и стереохимия направленного альдольного присоединения (directed aldol addition). Альдольное присоединение с участием енолятов бора, титана, силиловых эфиров енолов, катализируемое кислотами Льюиса (реакции Мукайямы). Внутримолекулярные альдольные конденсации. Реакции енольных форм сложных эфиров: сложноэфирная конденсация Клайзена, внутримолекулярная конденсация сложных эфиров (реакция Дикмана). Реакции Реформаторского, Дарзена. Конденсации Кневенагеля, Дебнера, Перкина. Реакции иминиевых ионов с енолами, енолятами бора, силиловыми эфирами енолов. Реакция Манниха.

Ион-радикальные реакции кетонов и сложных эфиров. Реакция Буво-Блана. Пинаколиновая восстановительная димеризация кетонов. Ацилоиновая конденсация. Синтез макроциклов по Штолю-Прелогу.

Диспропорционирование енолизующих альдегидов в реакции Канниццаро. Схемы три- и тетрамолекулярного механизма: кинетика, изотопные эффекты, данные анализа.

α, β – Ненасыщенные альдегиды и кетоны в реакциях с нуклеофилами; методы получения, механизмы их реакций прямого и сопряженного присоединения. Механизм присоединения по Михаэлю цианид-иона, металлоорганических соединений, аминов и енаминов (реакция Сторка), нитронат-ионов, триалкилборанов, силиловых эфиров енолят-ионов (реакция Мукайямы-Михаэля). Аннелирование по Робинсону. Нитроалкены как акцепторы в реакциях Михаэля.

2.3. Реакции нитронат-ионов. Реакция Анри

Строение, термодинамическая и кинетическая кислотность нитросоединений. Роль основания и растворителя в процессах генерации нитронат-ионов.

Реакции нитронат-ионов как C-нуклеофилов: галогенирование, нитрозирование, реакция Нефа. Таутомерия нитросоединений. Нитроальдольная конденсация (реакция Анри). Получение и трансформации нитроспиртов: восстановление нитрогруппы, окисление гидроксигруппы, получение нитроалкенов. Применение реакции Анри в синтезе природных соединений.

Аза-реакция Анри – реакция иминов с нитронат-ионами. Получение и трансформации нитроаминов.

2.4. Реакции окисления, восстановления и защиты функциональных групп

Реакции окисления функциональных групп. Окисление спиртов. Окисление двойных связей: получение эпоксидов и их реакции, расщепление двойных связей. Окисление кетонов и альдегидов. Реакция Байера-Виллигера. Окислительное расщепление при функциональных группах: расщепление гликолей, окислительное декарбоксилирование.

Реакции восстановления функциональных групп. Гидрирование кратных C=C-связей: гетерогенный и гомогенный катализ. Стереоспецифическое и стереоселективное гидрирование. Каталитическое гидрирование карбонильной и других функциональных групп. Особенности применения соединений элементов III и IV групп - доноров гидрид-ионов. Восстановление растворами металлов: присоединение водорода, восстановительное удаление функциональных групп, восстановительная димеризация

карбонильных соединений. Восстановительное деоксигенирование карбонильных групп: трансформация карбонильных групп до метиленовых и до двойной СС-связи. Восстановительное элиминирование и фрагментация.

Методы установления и снятия защитных групп. Защита гидроксигруппы. Выбор защитной группы при условии последующего ее удаления. Ацетали как защитные функции. Применение дигидропирана, (этил)винилового эфира, (метил)2-пропенилового эфира, метоксиметилового эфира, метоксиметилхлорида, β -метоксиэтоксиметилхлорида, метилтиометилхлорида для защиты гидроксигруппы. Трет-бутильная, бензильная, тритильная, 4-метоксифенильная, триметилсилильная защитные функции.

2.5. Перициклические реакции

Согласованные реакции. Концепция сохранения орбитальной симметрии и правила Вудворда—Гофмана. Реакции циклоприсоединения; классификация по числу электронов, по симметрии и геометрии перекрывания граничных орбиталей, участвующих в реакциях (σ - и π -, супра- и антароповерхностные); хелетропные реакции. Реакции Дильса-Альдера: стереохимия, эффект заместителей, катализ кислотами Льюиса. Типы смешивания граничных орбиталей: нормальное и обратное. Региоселективность и стереоспецифичность [4+2]-циклоприсоединения в реакциях несимметричных субстратов. Внутримолекулярные реакции Дильса-Альдера. 1,3-Диполярное циклоприсоединение. Реакции азидов, диазоалканов, нитронов, нитрилоксидов, азометинилидов и азометиниминов с дипольофилами: региоселективность, стереоспецифичность, структура переходного состояния, катализ. Роль граничных орбиталей реагентов. Синтетические приложения реакций 1,3-диполярного циклоприсоединения. Катализируемые реакции циклоприсоединения азидов с алкинами. Click-химия (работы Шарплесса). Неперициклические реакции (4+2)-циклоприсоединения: цвиттерионные и бирадикальные интермедиаты. Ретродиеновые реакции.

Сигматропные перегруппировки. Классификация сигматропных перегруппировок по числу атомов в мигрирующем фрагменте и π -системе, по стереохимии (супра- и антароповерхностные, с сохранением и обращением конфигурации): [1,2] и [2,3] перегруппировки Виттига, [1,3]-, [1,5]- и [1,7] - сдвиги атомов водорода и алкильных групп, [3,3]-сигматропные перегруппировки (Коупа, окси-Коупа, Клайзена, Айрленда-Клайзена).

Электроциклические реакции. Орбитальная симметрия реагентов и стереоспецифичность электроциклических реакций. Примеры электроциклических реакций: 1,3-диены, 1,3,5-триены. Электроциклические реакции раскрытия циклов. Электроциклические реакции заряженных частиц. Электроциклизации гетероатомных триенов. Реакция Назарова.

2.6. Реакции циклоалканов и их гетероатомных аналогов

Классификация циклоалканов в соответствии с их химическими свойствами и энергией напряжения; малые, нормальные, средние и большие циклы. Методы получения циклопропана, циклобутана и их производных; методы синтеза нормальных циклов; синтез средних и больших циклов: перегруппировка Фаворского, реакции Назарова и Торпа-Циглера, ацилоиновая конденсация, реакции метатезиса олефинов.

Влияние ориентации функциональных групп (аксиальная-экваториальная) в замещенных циклогексанах и их гетероциклических аналогах на их реакционную способность; хемо-, регио- и стереоселективность реакций присоединения, замещения, элиминирования, окисления. Принцип Кертена-Гаммета. Аномерный эффект, его природа и примеры. Трансаннулярное перекрывание орбиталей и перегруппировки производных циклоалканов. Трансаннулярные реакции. Реакции расширения и сужения циклов при генерации карбокатионов — перегруппировки Вагнера — Меервейна; реакции с сверхсильными кислотами, реакции сольволиза, дезаминирование первичных аминов.

Перегруппировки Демьянова, Тиффено-Демьянова (семипинаколиновая). Карбанионные перегруппировки; перегруппировка Фаворского. Реакция расширения цикла при взаимодействии циклических кетонов с диазометаном или илидами серы. Конфигурационная жесткость и особенности реакций конденсированных циклоалканов.

2.7. Реакции, катализируемые соединениями переходных металлов

Получение и строение комплексов переходных металлов. Правило 18 электронов, гаптностьлигандов. Характеристика реакционной способности КПМ: реакции с электрофилами, нуклеофилами, реакции окислительного присоединения – восстановительного отщепления, внедрения – вытеснения. Каталитические циклы. Активация субстратов в каталитических реакциях путем присоединения: окислительное, гомолитическое, гетеролитическое, координация. Электронное и пространственное влияние лигандов на реакции металлокомплексов.

Органические синтезы с применением металлокомплексного катализа. Гидрирование различных функциональных групп: гидрирование кратных связей на гомогенных катализаторах (катализатор Уилкинсона), фрагментов аренов и гетаренов, карбонильной группы, нитрогруппы; асимметрическое гидрирование. Палладий-катализируемое активирование алкенов для реакций с нуклеофилами (Вакер-процесс).

Реакции арил- и алкенилгалогенидов (сульфонатов) с алкенами (реакция Хека): лиганды, сокатализаторы, каталитический цикл, модифицированные варианты реакции. Палладий – катализируемые реакции арил- и алкенилгалогенидов (сульфонатов) с металлоорганическими реагентами. Реакции кросс-сочетания Хека, Соногаширы, Сузуки, Стилле: каталитические циклы этих реакций, влияние различных факторов на отдельные стадии реакций кросс-сочетания (природа лиганда, роль основания, побочные превращения); синтетические приложения.

Метатезис олефинов, кросс-метатезис олефинов (требования к субстратам, синтетические примеры). Катализаторы Граббса, каталитический цикл. Реакционная способность замещённых двойных связей. Реакции раскрытия и замыкания циклов. Применение реакции для макроциклизации. Алкен-алкиновый метатезис. Межмолекулярный и внутримолекулярный механизмы.

Полимеризация алкенов на катализаторах Циглера-Натта. Металлокомплексный катализ с применением титанорганических производных. Реакция Кулинковича: субстраты, реагенты, каталитический цикл. Олефинирование по Теббе. Реагенты Теббе и Петасиса.

2.8. Реакции, протекающие с промежуточным образованием свободных радикалов, карбенов, нитренов и их аналогов

Методы генерирования свободных радикалов: реакции пероксидов, азосоединений, N-нитрозоанилидов, триалкилборанов, N-ацилокси-2-пиридинтионов. Строение и устойчивость свободных радикалов. Примеры стабильных свободных радикалов. Идентификация свободных радикалов методом ЭПР-спектроскопии.

Реакции, протекающие с образованием свободных радикалов в качестве интермедиатов. Реакции радикального замещения (реакции S_R): галогенирование (реакция Воля-Циглера), окисление, сульфохлорирование, сульфоокисление, нитрозирование, нитрование. Реакции радикального присоединения (реакции A_{DR}): присоединение галогеноводородов, галогенметанов, тиолов, тиокарбоновых кислот, Реакции присоединения к двойной $C=N$ связи. Перегруппировки и фрагментации свободных радикалов. Реакции замещения $S_{RN}1$.

Генерация и строение карбенов; влияние заместителей на синглетное и триплетное состояния. Источники карбенов: разложение N-нитрозопроизводных амидов, мочевины, сульфонамидов; фотолиз диазиринов; окисление гидразонов; превращения сульфонилгидразонов; α -элиминирование галогеналканов. Реакции карбенов и карбеноидов (реагент Симмонса-Смита): реакции циклоприсоединения, реакции

внедрения, перегруппировка Вольфа, реакция Арндта-Эйстера (гомологизация карбоновых кислот, альдегидов и кетонов).

Нитрены и родственные интермедиаты. Реакции нитренов: перегруппировки, внедрение, азиридинырование алкенов. Нитрены – интермедиаты перегруппировок: Курциуса, Шмидта, Тимана, Гоффмана, Бекмана.

2.9. Основные понятия планирования многостадийных синтезов

Ретросинтетический анализ (методология Кори). Ретросинтетическая стадия; первый предшественник, второй предшественник и т.д. Трансформы, ретроны, синтоны и их синтетические эквиваленты. Примеры решения задач направленного органического синтеза с применением ретросинтетического анализа

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	Знать:			
1	– фундаментальные теоретические представления органической химии – концепции строения органических соединений и механизмы органических реакций		+	+
	Уметь:			
2	– формировать стратегию синтеза сложных органических соединений, выбирать оптимальные пути синтеза		+	+
	Владеть:			
3	– теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов органических реакций		+	+
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
7	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	+	+
8	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	+	+
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		
9	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты	+	+

	и измерений	расчетов свойств веществ и материалов		
10	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного 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	Раздел 1	Термодинамика органических реакций	6
2	Раздел 1	Кислоты и основания Бренстеда	6
3	Раздел 1	Карбокатионы: стабильность и реакции	6
4	Раздел 1	Расчеты электронной плотности методом МО	6
5	Раздел 1	Корреляционный анализ	4
6	Раздел 1	Кинетический метод	6
7	Раздел 1	Стереохимия	6
8	Раздел 1	Алкены	4
9	Раздел 1	Нуклеофильное замещение	4
10	Раздел 1	Ароматичность	4
11	Раздел 1	Электрофильное ароматическое замещение	6
12	Раздел 1	Реакции нуклеофильного ароматического замещения	6
13	Раздел 2	Реакции AdN карбонильных соединений	6
14	Раздел 2	Реакции с C-нуклеофилами	6
15	Раздел 2	Енолизация	4
16	Раздел 2	Реакции альдольного присоединения и конденсации	6
17	Раздел 2	Реакции нитронат-ионов и их аналогов. Сопряженное присоединение	6
18	Раздел 2	Реакции нуклеофильного замещения у C=O группы 1	6
19	Раздел 2	Реакции циклоприсоединения	4
20	Раздел 2	Электроциклические реакции	4
21	Раздел 2	Строение и реакции производных циклоалканов и их гетероаналогов	6
22	Раздел 2	Реакции, катализируемые комплексами переходных металлов	6
23	Раздел 2	Радикальные реакции	4
24	Раздел 2	Реакции с участием карбенов и нитренов	6

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Органическая химия*». Лабораторный практикум состоит из трех блоков:

- 1) Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.
- 2) Методы очистки и выделения органических веществ.
 - Методы очистки и выделения органических веществ. Общие методы работы. Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.
 - Хроматография. Виды хроматографии. Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания.
 - Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Переосаждение. Перекристаллизация. Определение температуры плавления. Метод «смешанной пробы».
 - Методы очистки жидких веществ. Простая и фракционная перегонка. Перегонка при атмосферном и пониженном давлении.

– Методы выделения органических веществ из реакционной смеси. Экстракция. Перегонка с водяным паром. Отгонка растворителя.

3) Синтезы органических веществ.

– Общие правила подготовки и проведения синтеза. Задача и сущность эксперимента. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Техника безопасности. Прибор. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта. В ходе практикума студент должен выполнить не менее 5 синтезов.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1		Техника безопасности. Хроматография.	4
2		Методы очистки. Перекристаллизация.	6
3		Методы очистки. Перегонка.	6
4	4.1, 5.1	Синтез. Бутилбромид	6
5	5.1, 6.2	Синтез. Этилацетат	6
6	5.1, 6.2	Синтез. Бензойная кислота.	6
7	5.2, 7.2, 7.3	Синтез. Фенол	6
8	4.1, 7.2, 7.3	Синтез. Йодбензол, хлорбензол	6
9	5.1, 6.1	Синтез. Ацетон	6
10	5.2, 7.1	Синтез. Нитрофенол	6
11	4.1, 6.2, 7.1, 7.2	Синтез. Ацетанилид. <i>n</i> -Броманилин, <i>n</i> -нитроанилин	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Органическая химия*» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 52 ак. ч во 2 семестре и 64 ак.ч в 3 семестре плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

-- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

– посещение отраслевых выставок и семинаров;

– участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;

– подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

– подготовку к сдаче *экзамена* (2 и 3 семестр) и лабораторного практикума (3 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине во 2 семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

Совокупная оценка по дисциплине в 3 семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 балла) и итогового контроля в форме *экзамена*.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1,2 и 3 (2 семестр) составляет 60 баллов по 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы 4,5 и 6 (6 семестр) составляет 40 баллов, по 15 баллов за работы 4 и 5 и по 10 баллов за работу 6.

2 семестр

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

Расположите следующие фенолы в порядке повышения кислотности ($pK_a = 10.14, 9.38, 9.98, 10.21, 7.15, 9.95$). Ответ поясните сравнением электронных эффектов заместителей в сопряженных основаниях.

Вопрос 1.2.

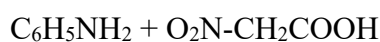
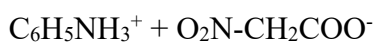
Отнесите значения pK_a (41.0, 16.0, 28.6, 33.0) к следующим соединениям. Дайте объяснение

Вопрос 1.3.

Сравните кислотности салициловой и п-гидроксibenзойной кислот. Дайте объяснение.

Вопрос 1.4.

Определите константу следующего равновесия, приняв, что $pK_a (C_6H_5NH_3^+) = 4.6$, а $pK_a(O_2N-CH_2COOH) = 1.68$.



Вопрос 1.5.

Объясните высокий барьер вращения (около 15 ккал-моль) в следующем превращении

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 2.1.

Завершите реакцию, покажите стереохимию продукта

Вопрос 2.2.

Завершите реакцию, покажите ее механизм

Вопрос 2.3.

Завершите реакции, предложите объяснение протекания каждой стадии

Вопрос 2.4.

Покажите механизм следующего превращения

Вопрос 2.5.

Объясните следующее превращение

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 3.1.

Укажите критерии, на основании которых можно различить раннее и позднее переходные состояния в реакциях S_EAr .

Вопрос 3.2.

Завершите реакцию. Объясните результат.

Вопрос 3.3.

Завершите реакции. Напишите механизм.

Вопрос 3.4.

Завершите реакцию. Объясните результат.

Вопрос 3.5.

Получите 2-нитрозорезорцин, исключая превращения diaзосоединений

3 семестр

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 3 баллов за вопрос.

Вопрос 4.1.

Покажите типы механизмов реакций карбонильных соединений с нуклеофилами различной силы.

Вопрос 4.2.

Покажите синтетические возможности «обращения полярности» карбонильной группы в альдегидах.

Вопрос 4.3.

Покажите реакции олефинирования кетонов и альдегидов с применением P-, S- и Si-реагентов.

Вопрос 4.4.

Как меняются константы равновесия енол/кетон для ацетилаcetона и циклогексан-1,3-диона при переходе от CCl_4 к воде? Дайте объяснение.

Вопрос 4.5.

В чем суть термодинамического контроля енолизации? Поясните, как характер контроля влияет на региоселективность процесса и стереохимию енолят-иона. Приведите примеры

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 5.1.

Покажите механизмы стадий дегидратации альдолей в присутствии оснований и кислот.

Вопрос 5.2.

На примере реакции этил(тр.бутил)кетона с бензальдегидом в присутствии LDA покажите, как провести направленное альдольное присоединение с образованием цис-аддукта и

транс-аддукта; покажите, как формируются соответствующие переходные состояния. Какова стереохимия альдольного присоединения с участием енолятов бора и титана?

Вопрос 5.3.

Покажите, как меняется термодинамическая и кинетическая кислотность при переходе от нитрометана к 2-нитропропану. Объясните соответствующие изменения.

Вопрос 5.4.

Покажите каталитическую роль триэтиламина в ацилировании метанола пропионилхлоридом.

Вопрос 5.5.

Завершите реакции пропена со следующими реагентами

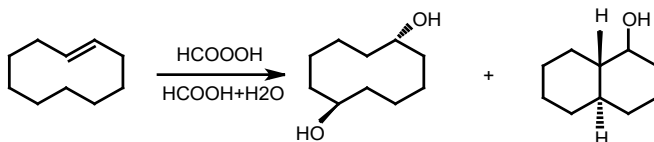
Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

Вопрос 6.1.

Из 2,3-диметил-1,3-бутадиена, этилакрилата, пирролидона и циклопентанона получите 1,2-диметил-4-(2-циклопентанонилметил)циклогексен

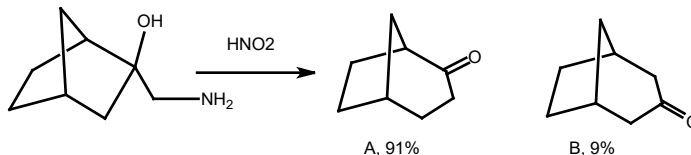
Вопрос 6.2.

Объясните следующий результат



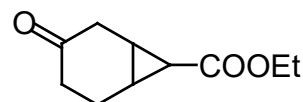
Вопрос 6.3.

Объясните следующий результат



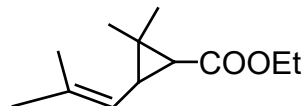
Вопрос 6.4.

Из анизола и диазоуксусного эфира получите



Вопрос 6.5.

Исходя из ацетона, ацетальдегида, трифенилфосфина и диазоуксусного эфира получите



8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса и 4 задачи.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задачи по 5 баллов.

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

1. Кислотность органических соединений по Бренстеду. Факторы, определяющие стабильность сопряженных оснований ОН-, NH-, СН-кислот: резонансная стабилизация, стереоэлектронные эффекты, Н-связывание. Факторы, определяющие устойчивость карбанионов. Различия в изменениях энтропии при диссоциации сильных и слабых кислот.
2. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Механизм S_N2. Роль нуклеофила. Шкалы нуклеофильности. Жесткие и мягкие нуклеофилы. Пространственные и электронные эффекты заместителей в субстратах. Уходящие группы, их качество. Влияние растворителя на активность нуклеофилов.
3. Реакции кислот и оснований в терминах теории МО. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций. Ион-радикалы – интермедиаты органических реакций. Расчетные и экспериментальные методы определения спиновой плотности в ион-радикалах.
4. Реакции отщепления. Механизмы E₁, E₂ и E₁св. Пространственные и электронные эффекты заместителей в субстратах. Влияние свойств основания и условий проведения реакции на скорость и механизм реакции. Регио- и стереохимия реакций отщепления. Правила Зайцева и Гофмана. Условия, необходимые для протекания син-элиминирования. Конкуренция между реакциями элиминирования и нуклеофильного замещения.
5. Понятие о механизме органической реакции. Примеры применения различных методов для изучения механизма: кинетический, стереохимический, метод меченых атомов, кинетические изотопные эффекты (первичный, вторичный, обратный), корреляционный анализ. Скоростопределяющее переходное состояние. Постулат Хэммонда.
6. Электрофильное присоединение к алкенам. Стереохимия присоединения галогенов и сульфенгалогенидов. Равновесие между открытыми и мостиковыми ионами: влияние природы алкена и электрофила. Симметричные и несимметричные "ониевые" ионы – интермедиаты реакций Ad_E. Иодониевые производные - реагенты реакций Ad_E. Реакции иодо- и селенолактонизации.
7. Динамическая стереохимия. Прохиральные молекулы. Гомотопные и гетеротопные атомы и стороны субстратов. Энантиоселективность. Энантиомерные и диастереомерные переходные состояния. Определения и примеры стереоселективных и стереоспецифических реакций.
8. Нуклеофильное замещение в ароматическом кольце. Механизм присоединения-отщепления (S_NAr), сравнение с реакциями нуклеофильного замещения при алифатическом атоме углерода. Анионные σ-комплексы Мейзенгеймера. Нуклеофилы, вступающие в реакцию S_NAr. Уходящие группы в реакциях S_NAr, порядок их реакционной способности. Активирующее влияние электроноакцепторных заместителей.
9. Пять типов механизмов реакций Ad_E алкенов. Особенности их кинетики и стереохимии; примеры син- и анти-присоединения. Данные корреляционного анализа о природе переходного состояния на примере бромирования и гидроборирования замещенных стиролов. Реакции син- и анти-дигидроксилирования алкенов. Механизмы реакций Вагнера-Марковникова, Криге (включая реагент Майлса), Прево, Вудворда.
10. Нуклеофильное замещение в ароматическом кольце. Механизм отщепления-присоединения. Влияние заместителей на региоизбирательность замещения. Типы нуклеофилов и субстратов, способные реагировать по механизму отщепления-присоединения, относительная реакционная способность разных субстратов. Методы генерирования и фиксации дегидробензола.

11. Методы нуклеофильного замещения гидроксигруппы в спиртах. Роль и примеры формирования уходящей группы при взаимодействии спиртов с галогенидами серы и фосфора. Примеры реакций с сохранением и обращением конфигурации.
12. Электрофильное ароматическое замещение. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты (спирты, алкены, алкилгалогениды). Механизм и селективность реакции. Типы переходных состояний. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего реагента и продукта реакции, полиалкилирование и дезалкилирование.
13. Ароматические катионы и дикатионы. Примеры получения. Особенности строения. Гомоароматические ионы. ЯМР-Критерии ароматичности нейтральных молекул и ионов.
14. Металлоорганические соединения. Литий- и магнийорганические соединения: способы получения (восстановление галогенидов металлами, переметаллирование, обмен галогена на металл), реакционная способность по отношению к кислотам и электрофилам.
15. Методы активирования реакций алкенов со слабыми электрофилами: сульфенилхлоридами, хлорангидридами, хлорэтиловым эфиром, хлораминами, дисульфидами. Стереохимия реакций с циклогексеном и норборненом. Примеры трансформации аддуктов алкенов с иодизоцианатом и иодазидом.
16. Стереохимия бимолекулярного нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Примеры реакций, протекающих с обращением и сохранением конфигурации. Бимолекулярное нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода в реакциях с тионилхлоридом.
17. Механизмы реакций электрофильного ароматического замещения. Ранние и поздние переходные состояния. Данные о кинетическом изотопном эффекте, позиционной и субстратной селективности, корреляционного анализа о природе ПС.
18. Реакции нуклеофильного ароматического замещения, катализируемые соединениями меди и палладия. Схема каталитического цикла нуклеофильного замещения галогена в галогенаренах в присутствии меди (+1). Реакции Ульмана. Прямое замещение атома водорода в молекулах аренов и гетероаренов под действием нуклеофильных агентов. Представление о викариозном нуклеофильном замещении атома водорода, кинетический контроль. Реакция Чичибабина.
19. Реакции нуклеофильного замещения у алифатического атома углерода, протекающие с анхимерным содействием. Анхимерное содействие с участием гетероатомов, C=C-связи, арила, C-C- и C-H-связей. Кинетические и стереохимические признаки реакций с анхимерным содействием. Неклассические карбокатионы.
20. Ароматичность: общие представления. Правило Хюккеля. Диаграммы Фроста. Описание бензола в терминах ММО. Ароматичность аннуленов, их полициклических аналогов и гетероциклов. ЯМР как метод оценки ароматичности. Антиароматичность. Структурные особенности циклических полиенов.
21. Реакции нуклеофильного замещения гидроксигруппы в спиртах, протекающие с промежуточным образованием алкоксифосфониевых ионов. Покажите механизмы (включая стереохимию) реакций с применением PPh_3 и галогенпроизводных. Реакция Мицунобу.
22. Электрофильное ароматическое замещение. Общее представление о механизме реакций $\text{S}_\text{E}\text{Ar}$; роль π - и σ -комплексов. 4 типа переходных состояний в реакциях $\text{S}_\text{E}\text{Ar}$. Покажите, как различные факторы позволяют различать эти типы ПС. Приведите примеры.
23. Механизм $\text{S}_\text{N}1$ нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Нуклеофильность и ионизирующая способность растворителей. Уравнение Грюнвальда-Уинштейна. Стереохимия реакций $\text{S}_\text{N}1$. Соотношение рацемизации и обращения конфигурации в реакциях $\text{S}_\text{N}1$. Механизм обращения конфигурации в $\text{S}_\text{N}1$.

24. Принцип линейности свободных энергий. Уравнения Гаммета и Тафта. Константы заместителей: σ , σ^+ , σ^- , σ^* , E_s ; их природа и способы определения. Примеры применения корреляционного анализа в изучении характера переходных состояний и интермедиатов в реакциях Ad_E , S_EAr , S_N2 .

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса и 4 задачи. 1 и 2 вопрос -10 баллов каждый, задачи по 5 баллов.

1. Реакции расширения и сужения циклов при генерации карбокатионов – перегруппировки Вагнера – Меервейна; реакции с сверхсильными кислотами, реакции сольволиза, дезаминирование первичных аминов. Перегруппировки Демьянова, Тиффено-Демьянова (семипинаколиновая). Карбанионные перегруппировки; перегруппировка Фаворского. Реакция расширения цикла при взаимодействии циклических кетонов с диазометаном или илидами серы.
2. Гидратация альдегидов и кетонов. Ацетали и тиоацетали; применение циклических ацеталей и их тиоаналогов в органическом синтезе. Синтезы на основе 1,3-дитианов. «Обращение полярности» карбонильной группы. Реакции с N-нуклеофилами. Стереоселективность восстановления циклических и ациклических кетонов. Правило Крама.
3. Циклоалканы. Особенности пространственного и электронного строения малых и средних циклов, Методы синтеза; примеры именных реакций и перегруппировок.
4. Реакции с C-нуклеофилами. Получение циангидринов и синтезы на их основе. Реакции карбонильных соединений с реактивами Гриньяра; механизмы Ad_N и включающий стадию одноэлектронного переноса. Побочные превращения реактивов Гриньяра, обусловленные стерическими затруднениями в их реакциях с карбонильными соединениями. Стереохимия реакций карбонильных соединений с реактивами Гриньяра.
5. Строение гетероциклических аналогов циклоалканов. Аномерный эффект, его природа и примеры. Трансаннулярное перекрывание орбиталей и перегруппировки производных циклоалканов.
6. Реакции карбонильных соединений с C-нуклеофилами. Получение циангидринов и синтезы на их основе. Реакции карбонильных соединений с литийалканами; механизмы. Отличия от реакций карбонильных соединений с участием реактивов Гриньяра. Стереохимия реакций карбонильных соединений с литийалканами.
7. Электроциклические реакции. Орбитальная симметрия реагентов и стереоспецифичность электроциклических реакций. Примеры электроциклических реакций: 1,3-диены, 1,3,5-триены (и гетероатомные аналоги), заряженные частицы. Электроциклические реакции раскрытия циклов. Реакция Назарова.
8. CН-Кислотность органических соединений фосфора, серы и кремния и их применение в реакциях Ad_N . Реакции Виттига (и в модификации Шлоссера), Хорнера-Уодсворта-Эммонса, Кори-Чайковского, Жюлиа-Лижо, Жюлиа-Коцински, Петерсона; реагенты, особенности протоколов, стереохимия, синтезы E- Z-алкенов и оксиранов. Кинетический и термодинамический контроль реакций олефинирования.
9. Алкилирование енолят-ионов: алкилирование альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров, амидов и нитрилов. Стереохимия алкилирования. Стереоспецифичное алкилирование производных карбоновых кислот (N-ацилуксазолидиноны как интермедиаты). Генерация и алкилирование дианионов. Внутримолекулярное алкилирование енолятов. Особенности реакций алкилирования енолят-ионов β -дикарбонильных соединений; влияние растворителя.
10. CН – Кислотность и кето-енольная таутомерия альдегидов и кетонов; влияние строения и растворителя. Условия термодинамического и кинетического контроля

процесса енолизации. Региоселективность и стереоселективность образования енолят-ионов из кетонов и сложных эфиров. Методы генерирования енолят-ионов: депротонирование карбонильного соединения, из силиловых эфиров енолов, из α,β – ненасыщенных кетонов. Влияние растворителя на строение и реакционную способность енолят-ионов.

11. Реакции расширения и сужения циклов при генерации карбокатионов – перегруппировки Вагнера – Меервейна; реакции с сверхсильными кислотами, реакции сольволиза, дезаминирование первичных аминов. Перегруппировки Демьянова, Тиффено-Демьянова (семипинаколиновая). Карбанионные перегруппировки; перегруппировка Фаворского. Реакция расширения цикла при взаимодействии циклических кетонов с диазометаном или илидами серы.

12. α,β – Ненасыщенные альдегиды и кетоны в реакциях с нуклеофилами; методы получения, механизмы их реакций прямого и сопряженного присоединения. Механизм присоединения по Михаэлю цианид-иона, металлоорганических соединений, аминов и енаминов (реакция Сторка), нитронат-ионов, триалкилборанов, силиловых эфиров енолят-ионов (реакция Мукайямы-Михаэля). Аннелирование по Робинсону.

13. Реакции нуклеофильного замещения у СО-группы. Основной, кислотный, нуклеофильный и внутримолекулярный нуклеофильный катализ этих реакций замещения.

14. Реакции альдольного присоединения и альдольной конденсации; механизмы основного и кислотного катализа. Перекрестные альдольные конденсации. Реакция Клайзена-Шмидта. Региоселективность и стереохимия направленного альдольного присоединения (directed aldol addition). Альдольное присоединение с участием енолятов бора, титана, силиловых эфиров энолов, катализируемое кислотами Льюиса (реакции Мукайямы). Внутримолекулярные альдольные конденсации.

15. Реакции Дильса-Альдера: стереохимия, эффект заместителей, катализ кислотами Льюиса. Типы смешивания граничных орбиталей: нормальное и обратное. Региоселективность и стереоспецифичность [4+2]-циклоприсоединения в реакциях несимметричных субстратов. Внутримолекулярные реакции Дильса-Альдера.

16. Реакции енольных форм сложных эфиров: сложноэфирная конденсация Клайзена, внутримолекулярная конденсация сложных эфиров (реакция Дикмана). Реакции Реформаторского, Дарзена. Конденсации Кневенагеля, Штоббе, Дебнера, Перкина. Реакции иминиевых ионов с енолами, енолятами бора, силиловыми эфирами енолов. Реакция Манниха.

17. Согласованные реакции. Концепция сохранения орбитальной симметрии и правила Вудворда—Гофмана. Реакции циклоприсоединения; классификация по числу электронов, по симметрии и геометрии перекрывания граничных орбиталей, участвующих в реакциях (σ - и π -, супра- и антараповерхностные); хелетропные реакции.

18. α,β – Ненасыщенные альдегиды и кетоны в реакциях с нуклеофилами; методы получения, механизмы их реакций прямого и сопряженного присоединения. Механизм присоединения по Михаэлю цианид-иона, металлоорганических соединений, аминов и енаминов (реакция Сторка), нитронат-ионов, триалкилборанов, силиловых эфиров енолят-ионов (реакция Мукайямы-Михаэля). Аннелирование по Робинсону.

1. Реакции Дильса-Альдера: стереохимия, эффект заместителей, катализ кислотами Льюиса. Типы смешивания граничных орбиталей: нормальное и обратное. Региоселективность и стереоспецифичность [4+2]-циклоприсоединения в реакциях несимметричных субстратов. Внутримолекулярные реакции Дильса-Альдера.

19. Ион-радикальные реакции кетонов и сложных эфиров. Реакция Буво-Блана. Пинаколиновая восстановительная димеризация кетонов. Ацилоиновая конденсация. Синтез макроциклов по Штолю-Прелогу. Диспропорционирование неенолизуемых альдегидов в реакции Канницаро. Схемы три- и тетрамолекулярного механизмов: кинетика, изотопные эффекты, данные ор-анализа.

20. Реакции, протекающие с образованием свободных радикалов в качестве интермедиатов. Реакции радикального замещения (реакции S_R): галогенирование (реакция Воля-Циглера), окисление, сульфохлорирование, сульфоокисление, нитрозирование, нитрование. Реакции радикального присоединения (реакции A_{DR}): присоединение галогеноводородов, галогенметанов, тиолов, тиокарбоновых кислот, Реакции присоединения к двойной $C=N$ связи. Перегруппировки и фрагментации свободных радикалов. Реакции замещения $S_{RN}1$.

21. Строение, термодинамическая и кинетическая кислотность нитросоединений. Роль основания и растворителя в процессах генерации нитронат-ионов. Реакции нитронат-ионов как C -нуклеофилов: галогенирование, нитрозирование, реакция Нефа. Таутомерия нитросоединений. Нитроальдольная конденсация (реакция Анри). Получение и трансформации нитроспиртов: восстановление нитрогруппы, окисление гидроксигруппы, получение нитроалкенов. Применение реакция Анри в синтезе природных соединений.

22. Генерация и строение карбенов; влияние заместителей на синглетное и триплетное состояния. Источники карбенов: разложение N -нитрозопроизводных амидов, мочевины, сульфонамидов; фотолиз диазиринов; окисление гидразонов; превращения сульфонилгидразонов; α -элиминирование галогеналканов. Реакции карбенов и карбеноидов (реагент Симмонса-Смита): реакции циклоприсоединения, реакции внедрения, перегруппировка Вольфа, реакция Арндта-Эйстерта (гомологизация карбоновых кислот, альдегидов и кетонов).

23. Реакции окисления функциональных групп. Окисление спиртов. Окисление двойных связей: получение эпоксидов и их реакции, расщепление двойных связей. Окисление кетонов и альдегидов. Окислительное расщепление при функциональных группах: расщепление гликолей, окислительное декарбоксилирование.

24. Литий- и магнийорганические соединения: способы получения (восстановление галогенидов металлами, переметаллирование, обмен галогена на металл). Реакционная способность литий- и магнийорганических соединений в реакциях с карбонильными соединениями.

25. Алкилирование енолят-ионов: алкилирование альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров, амидов и нитрилов. Стереохимия алкилирования. Стереоспецифичное алкилирование производных карбоновых кислот (N -ацилуксазолидиноны как интермедиаты). Генерация и алкилирование дианионов. Внутримолекулярное алкилирование енолятов. Особенности реакций алкилирования енолят-ионов β -дикарбонильных соединений; влияние растворителя.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Органическая химия*» во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 1 рабочей программы дисциплины. Билет для **Экзамена** состоит из двух теоретических вопросов и четырех задач относящихся к разделу 1. Ответы на вопросы **экзамена** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 10 баллов, каждая задача оценивается в 5 баллов.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	Код и наименование направления подготовки Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
	Органическая химия
Билет № 1 1. Вопрос Реакции кислот и оснований в терминах теории МО. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций. Ион-радикалы – интермедиаты органических реакций. Расчетные и экспериментальные методы определения спиновой плотности в ион-радикалах. 2. Вопрос Реакции отщепления. Механизмы E1, E2 и E1CB. Пространственные и электронные эффекты заместителей в субстратах. Влияние свойств основания и условий проведения реакции на скорость и механизм реакции. Регио- и стереохимия реакций отщепления. Правила Зайцева и Гофмана. Условия, необходимые для протекания син-элиминирования. Конкуренция между реакциями элиминирования и нуклеофильного замещения. 3. Задача Сравните роль энтропийного фактора при ионизации сильных и слабых карбоновых кислот в воде. 4. Задача Объясните различие в значениях реакционных констант (0.03 и 2.7) двух реакционных серий: А) щелочной гидролиз этил-Х-бензоатов Б) кислотный гидролиз этил-Х-бензоатов 5. Задача Объясните знак и малую величину ρ гидроборирования п-Х-стиролов (-0.5). 6. Задача Сравните поведение реактивов Гриньяра и литийорганических реагентов в реакциях S_N2.	

8.5. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Органическая химия*» в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 2 рабочей программы дисциплины. Билет для **Экзамена** состоит из двух теоретических вопросов и четырех задач относящихся к разделу 1. Ответы на вопросы **экзамена** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 10 баллов, каждая задача оценивается в 5 баллов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин, Органическая химия, тт. 1-4, Москва, Изд-во «Бином», 2014, 567с., 623 с., 544 с. и 726 с.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, Organic Chemistry, 2-dEdition, Oxford Univ. Press, 2012, 1234 p.

Б. Дополнительная литература

1. Травень, В.Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. / В.Ф. Травень. – 2-е изд., испр.– Москва:Лаборатория знаний, 2016. Т. 1 – 368 с. Т. 2 – 517 с. Т. 3 – 388 с.
2. Дж.Дж. Ли, Именные реакции. Механизмы органических реакций, пер. с англ. Москва, Бином. Лабораториязнаний, 2006, 456 с.
3. .Francis A. Carey, Richard J. Sundberg «Advanced Organic Chemistry», 5-издание, 2008 Part A: Structure and Mechanisms.
Part B: Reactions and Synthesis.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ)
- Реферативный журнал “Chemical Abstracts”
- Journal of the American Chemical Society
- Journal of Organic Chemistry
- Organic Letters
- Поисковая система органически реакций «Reaxis»

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:
сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция)

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 «Органическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

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.

Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума по органической химии требует необходимого стандартного набора химической посуды, реактивов и лабораторного оборудования (электрические нагревательные приборы (плитки), магнитные мешалки, прибор для определения температуры плавления, рефрактометр, лабораторные весы, роторный испаритель, сушильный шкаф).

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:

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры, размещенные на сайте кафедры органической химии <http://organic.distant.ru/>.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теория строения органических соединений и механизмы органических реакций	<i>Знает:</i> фундаментальные теоретические представления органической химии – концепции строения органических соединений и механизмы органических реакций; <i>Умеет:</i> формировать стратегию синтеза сложных органических соединений, выбирать оптимальные пути синтеза; <i>Владеет:</i> теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов органических реакций	Проверка домашних заданий, устный опрос на семинарских занятиях. Оценка за контрольные работы №1,2,3 (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)
Раздел 2. Реакции и методы	<i>Знает:</i> фундаментальные теоретические представления органической химии – концепции строения органических соединений и механизмы органических реакций; <i>Умеет:</i> формировать стратегию синтеза сложных органических соединений, выбирать оптимальные пути синтеза; <i>Владеет:</i> теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов органических реакций	Проверка домашних заданий, устный опрос на семинарских занятиях. Оценка за контрольные работы №4,5,6 (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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

**«Органическая химия»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия**

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 1 от «27» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы информационных технологий»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.
- д.т.н., профессором кафедры информатики и компьютерного проектирования Соломатиным А.С.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шакиной Э.А.
- старшим преподавателем кафедры информатики и компьютерного проектирования Сафоновой В.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«21» мая 2025 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой **информатики и компьютерного проектирования** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Основы информационных технологий»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. В дисциплине изучаются теоретические аспекты современной теории информационных систем. Подробно описаны формы представления информации, основы информационной культуры, инструменты информационного поиска, проблемы информационного общества, информационные технологии передачи и обработки информации, сведения об экономических информационных системах и технических средствах информационных технологий. Изучение дисциплины базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в общеобразовательной или профессиональной образовательной организации. Предполагается, что студенты знакомы с основными понятиями информатики. Студенты также должны владеть основными навыками работы с ПК.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения дисциплины у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи дисциплины – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

Дисциплина **«Основы информационных технологий»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1; Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа

		УК-1.2; Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3; Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач

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 анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1; Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1; Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2; Умеет использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности ОПК-3.3; Владеет навыками использования современной вычислительной техники для выполнения расчетов свойств веществ и химических процессов
	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических	ОПК-4.1; Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности ОПК-4.2; Умеет обрабатывать

	знаний и практических навыков решения математических и физических задач	данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4.3; Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений
	ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1; Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли ОПК-5.2 Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи ОПК-5.3; Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80

Лекции (Л)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	32
Самостоятельная работа (СР)	0,53	19
Переработка учебного материала	0,11	4
Подготовка к практическим занятиям	0,11	4
Подготовка к лабораторным работам	0,11	4
Подготовка к экзамену	0,09	3
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	4
Другие виды самостоятельной работы	0	-
Виды контроля		
Экзамен	0,25	9
Вид итогового контроля:	Экзамен	

Вид учебной работы	Семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60
Лекции (Л)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,88	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	24
Самостоятельная работа (СР)	0,53	14,25
Переработка учебного материала	0,11	3
Подготовка к практическим занятиям	0,11	3
Подготовка к лабораторным работам	0,11	3
Подготовка к экзамену	0,09	2,25
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	3
Другие виды самостоятельной работы	0	-
Виды контроля		
Экзамен	0,25	6,75
Вид итогового контроля:	Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Академ. час.				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы информационных технологий	27	4	10	8	5
1.1	Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office.	6	1	2	2	1
1.2	Текстовый редактор WORD. Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.	6	1	2	2	1
1.3	Табличный процессор EXCEL. Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач.	6	1	2	2	1
1.4	EXCEL. Операции с массивами.	4,5	0,5	2	1	1
1.5	EXCEL Построение графиков и диаграмм.	4,5	0,5	2	1	1
2.	Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB	26	3	9	10	4
2.1	Алгоритмы, типы алгоритмов. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica. Характеристики языков программирования.	7	1	3	2	1

2.2	Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация.	8	1	2	4	1
2.3	Построение графиков функции одной и двух переменных.	5,5	0,5	2	2	1
2.4	Операции над массивами: векторами и матрицами.	5,5	0,5	2	2	1
3.	Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB	25	4	8	8	5
3.1	Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода.	4	1	1	1	1
3.2	Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности.	3,5	0,5	1	1	1
3.3	Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов.	5,5	0,5	2	2	1
3.4	Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения.	6	1	2	2	1
3.5	Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции.	6	1	2	2	1
4.	Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.	21	5	5	6	5
4.1	Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Программно-техническое обеспечение.	6	2	1	2	1

4.2	Глобальные сети различного масштаба. Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации.	6	1	2	2	1
4.3	Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации.	4	1	1	1	1
4.4	Реляционная база данных ACCESS.	5	1	1	1	2
	ИТОГО	99	16	32	32	19
	Экзамен	9	-	-	-	-
	ИТОГО	108	16	32	32	19

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы информационных технологий

1.1. Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office. Классификация программных средств. Системное и прикладное программное обеспечение ПК. Обзор операционных систем (ОС). Принципы создания и состав ОС: ядро, интерфейс, драйверы. Краткая характеристика WINDOWS, модульный принцип построения. Среда WINDOWS: окна, их элементы, работа в многооконном режиме.

1.2. Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.

1.3. Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц. EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.

1.4. EXCEL. Операции с массивами. Разработка и реализация простейших алгоритмов с использованием возможностей редактора (нахождение максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождение суммы элементов вектора и матрицы, вычисление матричных выражений). Решение вычислительных задач с использованием таблиц. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы.

1.5. EXCEL Построение графиков и диаграмм. Расчет функциональных зависимостей и построение графических изображений с использованием стандартных функций EXCEL и мастера функций. Построение поверхностей с использованием мастера диаграмм. Построение линий тренда.

Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB

2.1. Алгоритмы, типы алгоритмов. Понятие алгоритма и его свойства. Способы записи алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Пакет компьютерной математики MATLAB. Характеристики языков программирования. Эволюция и классификация языков программирования, императивные, функциональные, логические, объектно-ориентированные, их комбинации. Понятия трансляции, компиляции, интерпретации, их различия. Языки программирования высокого уровня. Структурное программирование, его особенности. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica.

2.2. Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации. Операторы языка программирования MATLAB. Основные решатели (solvers) MATLAB для реализации вычислительных алгоритмов. Библиотека стандартных функций size, length, numel, zero, ones, linspace, sum, abs, sin, cos, exp, log, sqrt, num2str, disp, printf.

2.3. Построение графиков функции одной и двух переменных. Использование функций plot, subplot, polar, mesh, surf, polar, meshgrid, surf, contour, оформление графиков(заголовки, подписи по осям и пр.).

2.4. Операции над массивами: векторами и матрицами - сложение, умножение, транспонирование, обращение (inv), вычисление нормы (norm), ранга (rank) и определителя матрицы (det). Алгоритмы нахождения максимального, минимального элемента в массиве, алгоритмы сортировки и их реализация (например, Selection Sort).

Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB

3.1. Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода. Элементы теории погрешностей, классификация погрешностей, абсолютная и относительная погрешность, понятие функции нормы. Введение в статистику. Алгоритмы для статистической обработки информации (вычисление точечных и интервальных

оценок результатов измеряемой величины), их реализации в ПКМ MATLAB. Использование функций min, max, median, var, polyfit, polyval.

3.2. Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности. Функции MATLAB для работы с многочленами polyld, polyval, polyfit, polyder, polyint.

3.3. Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций trapz, quad, integral

3.4. Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения $f(x)=0$. Отделение корней. Алгоритмы уточнения корня (метод половинного деления, Ньютона, простой итерации). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB по блок- схемам и с использованием решателей roots, fzero.

3.5. Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции. Вычислительные алгоритмы нахождения локальных и глобальных экстремумов (метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения), их реализации по блок- схемам и с использованием решателя fminbnd в среде MATLAB.

Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных

4.1. Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети. Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы (особые языки, на которых обмениваются информацией компьютеры в сети, например, TCP, TCP/IP, UDP).

4.2. Глобальные сети различного масштаба (WAN –Wide Area Net, MS Network, Internet). Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации: надежность компьютера, сохранность данных, защита от внесения изменений неуполномоченными 50 лицами, сохранение тайны переписки в электронной сети Алгоритмы защиты информации: методы защиты, компьютерные вирусы и борьба с ними. Методы реализации защиты информации: программные, аппаратные, организационные.

4.3. Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.

4.4. Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора. Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)	+			+
2	– современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.		+	+	
	Уметь:				
3	– выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности		+	+	
4	– анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.				+
	Владеть:				
5	– навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	+			
6	– навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.		+		+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции</u> и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
7	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1; Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	+	+	+	+
		УК-1.2; Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач	+	+	+	+

		УК-1.3; Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
8	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1; Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+

9	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1; Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности				
		ОПК-3.2; Умеет использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	+	+	+	+
		ОПК-3.3; Владеет навыками использования современной вычислительной техники для выполнения расчетов свойств веществ и химических процессов	+	+	+	+

10	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1; Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности	+	+	+	+
		ОПК-4.2; Умеет обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	+	+	+	+
		ОПК-4.3; Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	+	+	+	+
11	ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1; Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли	+	+	+	+

		ОПК-5.2 Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи	+	+	+	+
		ОПК-5.3; Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Структура операционных систем, пакеты прикладных программ Microsoft Office и их аналоги.	2
2	1.2.	Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point).	2
3	1.3.	EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.	2
4	1.4.	EXCEL. Операции с массивами. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы и методом Гаусса	2
5	1.5.	Построение графиков и диаграмм. Линии тренда.	2
6	2.1.	Характеристики языков программирования. Основные структуры и принципы структурного программирования.	1
7	2.2.	Алгоритмы, типы алгоритмов.	2
8	2.3.	Среда MATLAB. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации.	2
9	2.4.	Построение графиков функции одной и двух переменных в среде MATLAB.	2
10	2.5.	Операции над массивами: векторами и матрицами в среде MATLAB.	2
11	3.1.	Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности.	2
12	3.2.	Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов.	2
13	3.3.	Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения.	2
14	3.4.	Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции.	2
15	4.1.	Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети.	1
16	4.2.	Глобальные сети различного масштаба (WAN – Wide Area Net, MS Network, Internet).	2

17	4.3.	Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.	1
18	4.4.	Система управления базами данных ACCESS: создание пользовательских СУБД, формирование запросов, отчетов и форм.	1

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Основы информационных технологий*», а также дает:

- знания об основных численных методах, необходимых химикам-технологам;
- умения пользоваться пакетами прикладных программ для обработки, представления и передачи данных;
- умения разрабатывать и пользоваться различными системами баз данных;

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 34 балла (максимально по 2 балла за каждую работу, всего 17 работ). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1.	Освоение операционной среды WINDOWS.	2
2	1.2.	Редакторы химических и математических формул, текстовый редактор WORD, Power Point. (краткий обзор). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.	2
3	1.3.	Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц.	2
4	1.4.	EXCEL: операции с массивами. Алгоритмы и основы программирования на примере нахождения максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождения суммы элементов вектора и матрицы; вычисление матричных выражений.	2
5	2.1.	Основы М-языка – структура программы, операторы, основные языковые конструкции, функции.	2
6	2.2.	Среда MATLAB: структура пакета, интерфейс, рабочее пространство и командное окно	2
7	2.3.	Построение графиков (плоских и объемных) в среде MATLAB.	2
8	2.4.	Статистическая обработка результатов измерений.	2

		Вычисление точечных (среднего, дисперсии, стандарта) и интервальных оценок случайной величины. Функции MATLAB для обработки статистических данных.	
9	2.5.	Операции над массивами, матричные вычисления. Реализация и отладка алгоритмов в MATLAB. Написание скриптов нахождения максимального, минимального элемента в массиве.	2
10	3.1.	Приближение функций. Интерполяция, многочлен Лагранжа. Функции MATLAB для работы с многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности.	2
11	3.2.	Вычисление определенных интегралов. Алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов, достижение требуемой погрешности. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций и решателей trapz, quad.	2
12	3.3.	Решение нелинейного уравнения $f(x)=0$. Отделение корней. Методы уточнения корня (половинного деления, простой итерации, Ньютона). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB. Встроенные функции MATLAB поиска корней нелинейного уравнения fzero, root.	2
13	3.4.	Поиск экстремума функции одного аргумента. Встроенные функции MATLAB для одномерной безусловной оптимизации fminbnd.	2
14	4.1.	Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы TCP, TCP/IP, UDP	2
15	4.2.	Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам.	2
16	4.3.	Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора.	1
17	4.4.	Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.	1

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **экзамена** (1 семестр) и лабораторного практикума (1 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 21 балл), лабораторного практикума (максимальная оценка 34 балла), сдачи реферата (максимальная оценка 5 баллов) и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

№ п/п	Тема работы
1	Аппаратные средства ПК
2	Поколения ЭВМ
3	История языков программирования
4	Компьютерные сети и их топология
5	Компьютерные вирусы. Методы заражения и борьбы с вирусами
6	Искусственный интеллект: история и перспективы развития, специальные языки программирования
7	Редакторы химических формул
8	Структура сети интернет. IP-адреса и IP-протоколы
9	Криптография и криптосистемы
10	Системы управления базами данных
11	Электронная почта. Принцип работы
12	Поисковые системы. Операторы продвинутого поиска
13	Программное обеспечение вашей специальности
14	Языки технологических расчетов Matlab, Mathcad и Python
15	Синхронизация файлов. Dropbox, ownCloud, BT Sync
16	Dendral – искусственный распознаватель химических структур
17	Web-сервер. Принцип работы, назначение, программное обеспечение для запуска.

Реферат выполняется в форме интерактивной презентации. Оценивается реферат в 5 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 21 балл, по 7 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 1 балл за первый вопрос, по 2 балла за второй и третий вопрос.

Вариант контрольной работы

1. Используя редактор математических формул, записать следующую формулу:

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k}$$

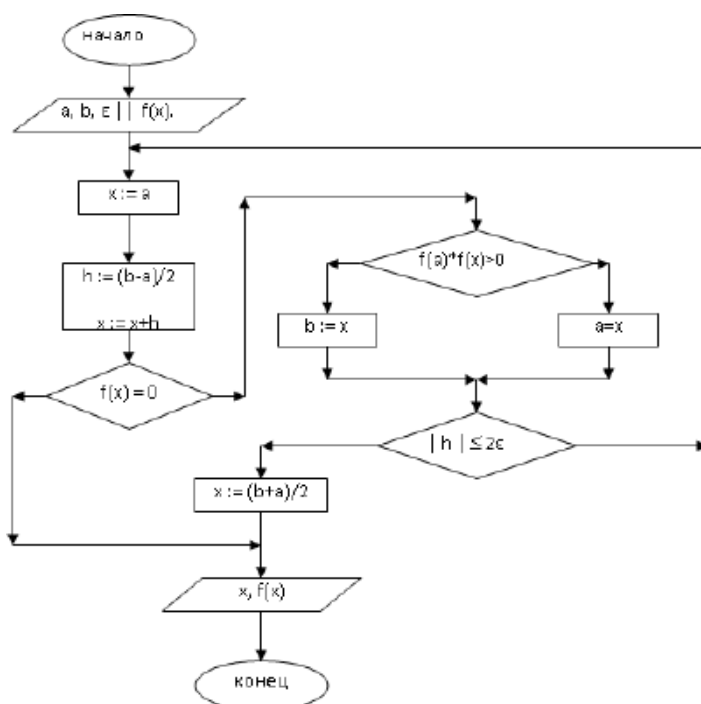
2. Построить поверхность $z=2x^3-3y^2$
3. Решить СЛАУ методом обратной матрицы:

$$\begin{cases} -7x_1 - 2x_2 - 3x_3 = -7 \\ x_1 - 6x_2 + x_3 = -6 \\ 6x_3 = 6 \end{cases}$$

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 3 балла за первый вопрос, 4 балла за второй вопрос.

Вариант контрольной работы

1. Алгоритмы методов. Оценка погрешностей методов.
2. Составить программу решения уравнения $f(x)=0$ на MATLAB в соответствии с заданной блок-схемой:



Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 3 балла за первый вопрос, 4 балла за второй вопрос.

Вариант контрольной работы

1. Типы баз данных
2. Работа с запросами в базах данных. Для таблицы «Члены-корреспонденты Академии наук» с помощью запросов на выборку изменить порядок следования полей, сделать невидимыми указанные поля, отсортировать записи по предложенному критерию, вывести на экран записи, отвечающие данным условиям.

ФИО	Дата рождения	Специализация	Пол	Год присвоения звания
Александрович А. И.	22.01.1906	поэт	м	1930
Амбросов А. Л.	16.06.1912	фитопатолог-вирусолог	м	1970
Аринчин М. И.	28.02.1914	физиолог	м	1966
Бабосов Е. М.	23.02.1931	философ	м	1977
Бирич Т. В.	10.01.1905	офтальмолог	ж	1972
Бокуть Б. В.	27.10.1926	физик	м	1974
Бондарчик В.К.	01.08.1920	этнограф	м	1972
Будыка С. Х.	17.03.1909	гидролог	м	1972
Гуринович Г. П.	26.04.1933	физик	м	1970
Иванов А. П.	29.12.1929	физик	м	1974
Каменская Н. В.	10.01.1914	историк	ж	1959
Комаров В. С.	29.01.1923	химик	м	1970
Кулаковская Т. Н.	17.02.1919	агрохимик-почвовед	ж	1969
Мацкевич Ю. Ф.	27.07.1911	языковед	ж	1969
Пилипович В. А.	05.01.1931	физик	м	1977
Сикорский В. М.	10.10.1923	историк	м	1972
Старобинец Г. Л	14.05.1910	химик	м	1969
Судник М. Р.	08.11.1910	языковед	м	1970
Ткачев В. Д.	19.02.1939	физик	м	1974
Хотылева Л. В.	12.03.1928	генетик	ж	1972
Шабуня К. И.	28.10.1912	историк	м	1969
Широканов Д. И.	20.05.1929	философ	м	1974

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 1 баллов.

Список теоретических вопросов к экзамену.

1. Наука информатика. Цели и задачи. Информатика, информация и информатизация
2. Два подхода к измерению информации. Измерение информации.
3. История развития ЭВМ. Поколения ЭВМ

4. Системы счисления и их использование в ЭВМ. Правила перевода чисел из различных систем счисления
5. Структура ЭВМ по фон Нейману. Основные устройства
6. Внешние запоминающие устройства. Размещение информации на носителях
7. Программное обеспечение. Структура, типы.
8. Интерфейс, дружественный интерфейс. Драйверы. Сервисные средства
9. Языки программирования. История создания. Языки высокого уровня
10. Компиляторы и интерпретаторы. Основы структурного программирования
11. Компьютерные сети. Топология сетей.
12. Компьютерные сети. Уровни сетей.
13. Компьютерные сети. Глобальные и локальные сети. Основные сервисы глобальной сети.
14. Компьютерные сети. Сетевые протоколы. Доменные имена
15. Базы данных. Типы баз данных. Структура базы данных
16. Базы данных. Реляционные модели данных.
17. Базы данных. Типы отношений. Нормализация отношений.
18. Алгоритмы и блок-схемы. Основные элементы блок-схем.
19. Алгоритмы и блок-схемы. Основные типы блок-схем.
20. Матричные операции. Типы матриц. Вектор-столбцы и вектор-строки.
21. Действия с массивами. Операции умножения, сложения, транспонирования. Вычисление евклидовой нормы.
22. Системы линейных алгебраических уравнений. Матричное представление СЛАУ. Обусловленность СЛАУ
23. Решение СЛАУ методом обратной матрицы.
24. Приближение функции. Интерполяция многочленом Лагранжа
25. Приближение функции. Аппроксимация методом наименьших квадратов
26. Методы численного интегрирования. Оценка погрешности методов.
27. Решение нелинейного уравнения. Отделение корней.
28. Решение нелинейного уравнения. Уточнение корней. Метод половинного деления.
29. Решение нелинейного уравнения. Уточнение корней. Метод касательных.
30. Поиск экстремума функции одной переменной. Задача одномерной оптимизации. Метод деления отрезка пополам.
31. Поиск экстремума функции одной переменной. Задача одномерной оптимизации. Метод деления отрезка на 3 равные части.
32. Поиск экстремума функции одной переменной. Задача одномерной оптимизации. Метод золотого сечения.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Экзамен по дисциплине «*Основы информационных технологий*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» <u>И.о. зав. кафедрой ИКП</u> (Должность, наименование кафедры) <u>Панкрушина А.В.</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра информатики и компьютерного проектирования
	04.03.01 Химия
Основы информационных технологий	
Билет № 1	
1. Алгоритмы и блок-схемы. Основные элементы блок-схем.	
2. Написать программу по заданной блок-схеме	
<pre> graph TD Start([Начало]) --> Input[/Ввод a, b, c/] Input --> Init[min = a] Init --> Dec1{b < min} Dec1 -- Да --> Assign1[min = b] Assign1 --> Dec2{c < min} Dec1 -- Нет --> Dec2 Dec2 -- Да --> Assign2[min = c] Assign2 --> Output[/Выход min/] Dec2 -- Нет --> Output Output --> End([Конеч]) </pre>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А., Павлов А.С. Приближение функции с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 80 с.
2. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А. Одномерная и многомерная оптимизация с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. – 96 с.
3. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Васильев А.С. Решение вычислительных задач на языке Python в химии и химической технологии: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 176 с.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: [учеб. пособие] / Гартман Т.Н., Клушин Д.В. – СПб.: Изд-во Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шакина Э.А., Сафонова В.Д., Павлов А.С., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Гартман Т.Н., Асеев К.М. Обработка результатов исследований с применением

многофункционального табличного редактора: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 60 с.

2. Шакина Э.А., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Миронов В.И., Калинин В.Н., Артемьева Л.И., Соломатин А.С. – М.: Введение в информатику. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 80 с.

3. Гартман Т.Н., Клушин Д.В.: Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов; учебное пособие для ВУЗов. – М. изд. «Академкнига», 2008. – 416 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://intuit.ru>
- <http://wolframalfa.com>
- <http://mathnet.ru>
- <http://arxiv.org> и archive.org

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- Текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Мессенджер Telegram
- Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные,

справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы информационных технологий»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам курса. Демонстрационные материалы по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual	Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017	10	бессрочная
4	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы информационных технологий.	<i>Знает:</i> – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) <i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>
Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.	<i>Знает:</i> – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы. <i>Умеет:</i> – выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности <i>Владеет:</i> – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>

Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB.	<i>Знает:</i> – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы. <i>Умеет:</i> – выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>
Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.	<i>Знает:</i> – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) <i>Умеет:</i> – анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии. <i>Владеет:</i> – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за лабораторный практикум Оценка за <i>экзамен</i>

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы информационных технологий»
 направления подготовки
04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
 (наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы российской государственности»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена зав. кафедрой истории и политологии, доктором исторических наук, доцентом Селивёрстовой Н. М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры истории и политологии РХТУ им. Д. И. Менделеева «19» мая 2025 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой *истории и политологии* РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Основы российской государственности»** относится к обязательной части 1 блока дисциплин учебного плана (Б1.О.03). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области истории, обществознания.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системы знаний, навыков и компетенций, а также ценностей, правил и норм поведения, связанных с осознанием принадлежности к российскому обществу, развитием чувства патриотизма и гражданственности, формированием духовно-нравственного и культурного фундамента развитой и цельной личности, осознающей особенности исторического пути российского государства, самобытность его политической организации и сопряжение индивидуального достоинства и успеха с общественным прогрессом и политической стабильностью своей Родины.

Реализация курса предполагает последовательное освоение студентами знаний, представлений, научных концепций, а также исторических, культурологических, социологических и иных данных, связанных с проблематикой развития российской цивилизации и её государственности в исторической ретроспективе и в условиях актуальных вызовов политической, экономической, техногенной и иной природы. Исходя из поставленной цели, для её достижения в рамках дисциплины можно выделить следующие

Задачи дисциплины –

- представить историю России в её непрерывном цивилизационном измерении, отразить её наиболее значимые особенности, принципы и актуальные ориентиры;
- раскрыть ценностно-поведенческое содержание чувства гражданственности и патриотизма, неотделимого от развитого критического мышления, свободного развития личности и способности независимого суждения об актуальном политико-культурном контексте;
- рассмотреть фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представить их в актуальной и значимой перспективе, воспитывающей в гражданине гордость и сопричастность своей культуре и своему народу;
- представить ключевые смыслы, этические и мировоззренческие доктрины, сложившиеся внутри российской цивилизации и отражающие её многонациональный, многоконфессиональный и солидарный (общинный) характер;
- рассмотреть особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;
- исследовать наиболее вероятные внешние и внутренние вызовы, стоящие перед лицом российской цивилизации и её государственностью в настоящий момент, обозначить ключевые сценарии её перспективного развития;

- обозначить фундаментальные ценностные принципы (константы) российской цивилизации (единство многообразия, суверенитет (сила и доверие), согласие и сотрудничество, любовь и ответственность, созидание и развитие), а также связанные между собой ценностные ориентиры российского цивилизационного развития.

Дисциплина «**Основы российской государственности**» преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе. УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе;
- особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;
- фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и

доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития;

Уметь:

- адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;

- находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;

- проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира;

Владеть:

- навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции;

- навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера;

- развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,3	48	35
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,85	32	23
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,4	15	11
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,4	0,2	0,1
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		14,8	17,9
Вид контроля:			
Зачет	0,3	9	8
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,3	0,2	0,1
Подготовка к зачету.		8,8	7,9
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Что такое Россия.	15	-	6	-	6	-	3
	Страна в её пространственном, человеческом, ресурсном и идейно-символическом измерении	15	-	6	-	6	-	3
2.	Раздел 2. Российское государство-цивилизация.	11	-	6	-	2	-	3
	Исторические, географические, институциональные основания формирования российской цивилизации. Концептуализация понятия «цивилизация»	11	-	6	-	2	-	3
3.	Раздел 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.	11	-	6	-	2	-	3
	Мировоззрение и его значение для человека, общества, государства	11	-	6	-	2	-	3
4.	Раздел 4. Политическое устройство России	11	-	6	-	2	-	3

	Объективное представление российских государственных и общественных институтов, их истории и ключевых причинно-следственных связей последних лет социальной трансформации	11	-	6	-	2	-	3
5.	Раздел 5. Вызовы будущего и развитие страны.	15	-	8	-	4	-	3
	Сценарии перспективного развития страны и роль гражданина в этих сценариях	15	-	8	-	4	-	3
		63		32		16		15
	Зачет	9		-		-		-
	ИТОГО	72	-	32	-	16	-	15

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Что такое Россия.

1. 1. Страна в её пространственном, человеческом, ресурсном и идейно-символическом измерении. Объективные и характерные данные о России, её географии, ресурсах, экономике.

Население, культура, религии и языки. Современное положение российских регионов. Выдающиеся персоналии («герои»). Ключевые испытания и победы России, отразившиеся в её современной истории.

Раздел 2. Российское государство-цивилизация.

2.1. Концептуализация понятия «цивилизация». Что такое цивилизация? Какими они были и бывают? Плюсы и минусы цивилизационного подхода.

2. 2. Исторические, географические, институциональные основания формирования российской цивилизации. Особенности цивилизационного развития России: история многонационального (наднационального) характера общества, перехода от имперской организации к федеративной, межкультурного диалога за пределами России (и внутри неё).

Раздел 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.

3.1. Мировоззрение и его значение для человека, общества, государства. Что такое мировоззрение? Теория вопроса и смежные научные концепты.

Мировоззрение как функциональная система. Мировоззренческая система российской цивилизации.

Представление ключевых мировоззренческих позиций и понятий, связанных с российской идентичностью, в историческом измерении и в контексте российского федерализма. Рассмотрение этих мировоззренческих позиций с точки зрения ключевых элементов общественно-политической жизни (мифы, ценности и убеждения, потребности и стратегии).

Значение коммуникационных практик и государственных решений в области мировоззрения (политика памяти, символическая политика и пр.)

Самостоятельная картина мира и история особого мировоззрения российской цивилизации.

3.2. Ценностные принципы (константы) российской цивилизации: единство многообразия (1) сила и ответственность (2), согласие и сотрудничество (3), любовь и доверие (4), созидание и развитие (5). Их отражение в актуальных социологических данных и политических исследованиях.

«Системная модель мировоззрения» («человек – семья – общество – государство – страна») и её репрезентации («символы – идеи и язык – нормы – ритуалы – институты»).

Раздел 4. Политическое устройство России

4. 1. Объективное представление российских государственных и общественных институтов, их истории и ключевых причинно-следственных связей последних лет социальной трансформации. Основы конституционного строя России. Принцип разделения властей и демократия. Особенности современного российского политического класса.

4.2. Генеалогия ведущих политических институтов, их история причины и следствия их трансформации. Уровни организации власти в РФ. Государственные проекты и их значение (ключевые отрасли, кадры, социальная сфера).

Раздел 5. Вызовы будущего и развитие страны.

5.1. Сценарии перспективного развития страны и роль гражданина в этих сценариях. Глобальные тренды и особенности мирового развития. Техногенные риски, экологические

вызовы и экономические шоки. Суверенитет страны и его место в сценариях перспективного развития мира и российской цивилизации.

5.2. Ценностные ориентиры для развития и процветания России

Солидарность, единство и стабильность российского общества в цивилизационном измерении. Стремление к компромиссу, альтруизм и взаимопомощь как значимые принципы российской политики.

Ответственность и миссия как ориентиры личностного и общественного развития. Справедливость и меритократия в российском обществе. Представление о коммунитарном характере российской гражданственности, неразрывности личного успеха и благосостояния Родины.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	– фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе;	+	+	+	+	+
2	– особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;	+	+	+	+	+
3	– фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития;	+	+	+	+	+
	Уметь:					
4	– адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;	+	+	+	+	+
5	– находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;	+				
6	– проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира;	+	+	+	+	+
	Владеть:					

7	– навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции;	+	+	+	+	+
8	– навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера;	+	+	+	+	+
9	– развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	+	+	+	+	+
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
10	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	– УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе;	+	+	+	+
11		– УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;	+	+	+	+
12		– УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Цели и задачи, структура дисциплины «Основы российской государственности», методы работы на практических занятиях.	2
2	1	География, природа, экономическое развитие Российской Федерации.	2
3	1	Регионы Российской Федерации	2
4	2	Российское государство-цивилизация	2
5	3	Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.	2
6	4	Политическое устройство России	2
7	5	Вызовы будущего и развитие страны	2
8	5	Защита проектов по группам	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая публикации из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета** (1 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ и одного проекта. Во первом семестре предусмотрено 2 контрольных работы, (максимальная оценка 60 баллов), по 30 баллов за каждую работу.

В конце семестра подводятся итоги проектных работ–максимальная оценка 40 баллов.

8.1. Примерная тематика студенческих проектов

В течение 1 семестра студенты готовят групповые проекты–максимальная оценка 40 баллов.

1. Наиболее выдающиеся изобретения России за последние десятилетия.
2. Проблемы, конкурентные преимущества и перспективы развития «моего» региона.
3. Роль химических предприятий в промышленном кластере «моего» региона.
4. Роль предприятий химической отрасли в развитии экономики региона/края/города/населенного пункта. (Предприятия химической отрасли: ПАО «Химпром», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Нижекамскнефтехим», АО «НИИМП», ПАО «Казаньоргсинтез», ПАО «Акрон», ПАО «Уралкалий», ООО «Газпром нефтехим Салават», и т.д.)
5. Самые известные бренды «моего» региона.
6. Наиболее выдающиеся технологические прорывы России за последние десятилетия.
7. Стратегия глобального позиционирования региона (выбор региона).
8. Возрождение малых городов (на примере моего города).
9. Стратегия пространственного развития региона (выбор региона).
10. Промышленный кластер региона (выбор региона).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (1 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

В настоящее время в России проживает более:

- а) 100 млн. человек;
- б) 146 млн. человек;
- в) 170 млн. человек;
- г) 200 млн. человек.

Вопрос 1.2.

Этап «цветущей сложности» в цивилизационном развитии выделял...:

- а) Константин Леонтьев;
- б) Арнольд Тойнби;
- в) Уильям Макнил;
- г) Вадим Цымбурский.

Вопрос 2.3.

Большую роль в разработке цивилизационного подхода сыграли:

- а) К. Маркс и Ф. Энгельс;
- б) Г. В. Плеханов и В. Засулич;
- в) Н. М. Карамзин и С. М. Соловьев;
- г) Н. Я. Данилевский и А. Тойнби

Вопрос 2.4.

Установите соответствие между понятием и его определением: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующие позиции второго столбца.

а) ислам;	1) вера в нескольких богов;
б) христианство;	2) монотеистическая религия, основанная пророком Муххамедом в VII в ;
в) политеизм;	3) представление о единственности Бога;
г) православие.	4) религия, основанная в I в., основанная на жизни и учении Иисуса Христа;

5) направление в христианстве, сформировавшееся на территории Восточной Римской империи (Византии).

А	Б	В	Г

Вопрос 2.5.

Сколько республик подписали в 1991 г. в Алма-Ате протокол соглашения об образовании СНГ?

- а) 9;
- б) 15;
- в) 11;
- г) 13;
- д) 10.

Раздел 3–4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 3.1

Какой (какие) из этих органов государственной власти РФ не входит (не входят) ни в одну из её ветвей?

- а) Счетная Палата;
- б) Федеральное агентство по делам молодежи;
- в) Совет Федерации;
- г) Президент.

Вопрос 3.2.

Государственно-территориальное устройство – это:

- а) разделение полномочий между центральными органами власти;
- б) распределение полномочий между государством и общественными организациями;
- в) распределение полномочий между центральными и региональными органами власти;
- г) тип политического режима.

Вопрос 3.3.

Какой из следующих терминов входит в понятие «форма государственного устройства»:

- а) монархия;
- б) республика;
- в) авторитарный режим;
- г) унитарное государство.

Вопрос 3.4.

Из каких двух уровней состоит мировоззрение?

- а) эмоционально-образного и логико-рассудочного;
- б) обыденного и научного;
- в) индивидуального и общественного;
- г) объективного и субъективного;
- д) стихийного и сознательного.

Вопрос 3.5.

Показатели уровня сформированности гражданской идентичности:

- а) представление о Родине, уважение к ней;
- б) любовь к родному краю (малой родине);
- в) наличие позитивного отношения к семье, понимание ее ценности для человека;
- г) всё перечисленное.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет)

1. Современная Россия: ключевые социально-экономические параметры.
2. Российский федерализм.
3. Цивилизационный подход в социальных науках.
4. Государство-нация и государство-цивилизация: общее и особенное.
5. Государство, власть, легитимность: понятия и определения.
6. Ценностные принципы российской цивилизации: подходы и идеи.
7. Исторические особенности формирования российской цивилизации.
8. Роль и миссия России в представлении отечественных мыслителей (П.Я. Чаадаев, Н.Я. Данилевский, В.Л. Цымбурский).
9. Мировоззрение как феномен.
10. Современные теории идентичности.
11. Системная модель мировоззрения («человек-семья-общество-государство-страна»).
12. Основы конституционного строя России.
13. Основные ветви и уровни публичной власти в современной России.
14. Традиционные духовно-нравственные ценности.
15. Основы российской внешней политики (на материалах Концепции внешней политики и Стратегии национальной безопасности).
16. Россия и глобальные вызовы.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Основы российской государственности: учебное пособие для студентов естественно-научных и инженерно-технических специальностей/ под ред. А. А. Ларионова. М.: Издательский дом «Дело», РАНХиГС, 2023. 252 с. https://delo.ranepa.ru/wp-content/uploads/2023/07/osnovy-gosudarstvennosti_press.pdf

Б. Дополнительная литература

2. Голосов Г.В. Сравнительная политология. СПб.: Изд-во Европ. ун-та в Санкт-Петербурге, 2022.
3. Бредихин, А.Л. Основы российского федерализма: учебное пособие для ву-зов / А.Л. Бредихин. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 107с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14526-7. – URL:<https://urait.ru/bcode/520132>
4. Нерсесянц В.С. История политических и правовых учений. М., 1997.
5. Орлов А.С, Георгиева Н.Г., Георгиев В.А., Сивохина И.А. История России. М.: «Проспект», 2023 г.
6. Основы российской государственности: учебно-методический комплекс по дисциплине для образовательных организаций высшего образования / В. М. Марасанова, В. Э. Багдасарян, Ю. Ю. Иерусалимский, Л. Г. Титова, С. А. Кудрина. — Москва: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2023. — 212 с.: илл. — ISBN 978-5-85006-520-1.

7. Панарин А. С. Православная цивилизация в глобальном мире. Москва: Алгоритм, 2002.
8. Пушкарева, Г.В. Политология: учебник и практикум для вузов / Г.В. Пушкарева. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 295с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00235-5 – URL: <https://urait.ru/bcode/511305>
9. Россия как государство-цивилизация: высшие цели и альтернативы развития: Коллект. монография по мат-лам Юбилейных международных Панаринских чтений, посвященный 75-летию со дня рождения А.С. Панарина / Отв. ред.: В.Н. Расторгуев; науч. ред.: А.В. Никандров / С. И. Бажов, Т. В. Беспалова, О. Ю. Бойцова и др. — Институт Наследия Москва, 2016.
10. Фадеев В. А. Преображение гуманизма. Москва: РГГУ, 2022. 198 с.с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.

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

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научные журналы:

- Журнал «Полис» Политические исследования ISSN 1026-9487 (Print). ISSN 1684-0070 (Online)
- Журнал «Власть» ISSN 2071-5358 (print); 2071-5366 (online)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Документы XX века // <http://doc20vek.ru/>
- «Россия в глобальной политике» – <http://www.globalaffairs.ru/>
- .

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 32, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория, обеспеченная компьютером и мультимедийным проектором (обеспечение презентаций лекций и самостоятельных разработок студентов).

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Карты по истории.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные и учебно-методические пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы, электронные презентации к разделам лекционных курсов.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Microsoft Office Standard 2019 В составе:	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

	• Word • Excel • Power Point • Outlook		рабочих станциях	перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Что такое Россия	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за проект

	-проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

Раздел 2. Российское государство-цивилизация	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за проект

	актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп; - проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

Раздел 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за проект

	принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп; - проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

Раздел 4. Политическое устройство России	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп; - проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за проект

	гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	
Раздел 5. Вызовы будущего и развитие страны.	<i>Знает:</i> - фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представлять их в актуальной и значимой перспективе; - особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении; - фундаментальные ценностные принципы российской цивилизации (такие как единство многообразия, сила и ответственность, согласие и сотрудничество, любовь и доверие, созидание и развитие), а также перспективные ценностные ориентиры российского цивилизационного развития; <i>Умеет:</i> - адекватно воспринимать актуальные социальные и культурные различий, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям; - находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп;	Оценка за проект

	-проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира <i>Владеет:</i> - навыками осознанного выбора ценностных ориентиров и гражданской позиции; - навыками аргументированного обсуждения и решения проблем мировоззренческого, общественного и личностного характера; - развитым чувством гражданственности и патриотизма, навыками самостоятельного критического мышления.	

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы российской государственности»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы физики конденсированного состояния»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Сколтеха к.ф.-м.н. Красиным А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы физики конденсированного состояния»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, теории вероятностей, общей физики, неорганической химии, информатики.

Цель дисциплины – продемонстрировать многообразие физических явлений, происходящих в конденсированной фазе вещества.

Задачи дисциплины

- научить оценивать характерные энергии, длины, времена релаксации различных физических взаимодействий;
- познакомить с основными объектами физики твердого тела кристаллического состояния – решеткой Браве, фононной и электронной подсистемами;
- дать обзор различных экспериментальных методик и теоретических описаний, исследующих твердое тело.

Дисциплина **«Основы физики конденсированного состояния»** 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:**

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				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами
			ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	
			ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- современные представления о кристаллических структурах,
- об экспериментальных методах их определения,
- о фононной и электронной подсистемах твердого тела,
- о классификации твердых тел;

Уметь:

- оценивать характерные параметры различных подсистем в конденсированной фазе,
- уметь ориентироваться в многообразии физических явлений конденсированного состояния;

Владеть:

- современными теоретическими методами описания взаимодействий атомов и электронов в кристалле;
- современными теоретическими представлениями о термодинамических, оптических и магнитных свойствах твердых тел,

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.6	128	96
Лекции	1.8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1.4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	0.3
Подготовка к экзамену.		35.6	26.7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1 Кристаллические решетки и свойства кристаллов.	65	24	24	18
1.1	Кристаллические структуры.	11	4	4	3
1.2	Обратная решетка.	11	4	4	3
1.3	Типы связей в кристаллах.	11	4	4	3
1.4	Фононы как колебания кристаллической решетки.	11	4	4	3
1.5	Дефекты в кристаллах.	11	4	4	3
1.6	Тепловые свойства кристаллов	11	4	4	3
2.	Раздел 2. Электронные свойства твердого тела.	114	40	40	34
2.1	Металлическая связь.	11	4	4	3
2.2	Электрон в периодическом потенциале.	11	4	4	3
2.3	Метод сильной связи.	11,5	4	4	3,5
2.4	Полупроводники.	11,5	4	4	3,5
2.5	Контактные явления в полупроводниках.	11,5	4	4	3,5
2.6	Магнетизм.	11,5	4	4	3,5
2.7	Сверхпроводимость.	11,5	4	4	3,5
2.8	Оптические явления в кристаллах.	11,5	4	4	3,5
2.9	Учет взаимодействия электронов.	11,5	4	4	3,5
2.10	Теория функционала плотности.	11,5	4	4	3,5
	ИТОГО	180	64	64	52
	Экзамен	36			
	ИТОГО	216			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Кристаллические решетки и свойства кристаллов.

1.1. Кристаллические структуры.

Решетки Бравэ и их классификация. Элементарная ячейка, примитивная ячейка, ячейка Вигнера Зейтца, базисные векторы. Примеры основных типов решеток, координационные сферы, коэффициент заполнения. Двумерные решетки. Оси симметрии и теория групп. Простые и сложные структуры. Основные типы структур однокомпонентных веществ (анализ структуры элементов периодической таблицы): ПК, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура алмаза. Построение их примитивных ячеек, расчет координационных чисел и радиусов первой координационной сферы.

1.2. Обратная решетка.

Базисные векторы, атомные плоскости, индексы Миллера. Первая зона Бриллюэна. Дифракция рентгеновских лучей и определение кристаллической структуры. Структурный фактор. Обратная решетка как следствие трансляционной инвариантности кристаллической структуры. Основные соотношения, связывающие параметры прямой и обратной решеток. Связь векторов обратной решетки с атомными плоскостями: построение плоскости по индексам Миллера и нахождение индексов Миллера плоскости, проходящей через заданные узлы решетки. Связь межплоскостного расстояния с длиной вектора обратной решетки. Выражение межплоскостных расстояний кубической решетки через индексы Миллера. Базисные векторы, первая зона Бриллюэна. Условие дифракции. 1

1.3. Типы связей в кристаллах.

Молекулярные, ковалентные и ионные кристаллы. Потенциал Леннарда Джонса, когезионная энергия. Характеристики молекулярной, ионной, ковалентной и водородной связей, полупроводников, металлов и квантовых кристаллов. Потенциал Леннарда – Джонса, решеточные суммы, когезионная энергия.

1.4. Фононы как колебания кристаллической решетки.

Спектры фононов. Основные свойства фононных мод. Оптические, акустические ветви, поляризация. Способы определения спектров из взаимодействия с электромагнитной волной, из нейтронного рассеяния. Разложение потенциала взаимодействия атома/иона с решеткой вблизи положения равновесия: описание динамики решетки в гармоническом приближении. Фононы, акустические и оптические ветви. Фононный спектр одномерной цепочки, закон дисперсии.

1.5. Дефекты в кристаллах.

Дефекты по Шоттки и по Френкелю. F - центры. Дефекты в ионных кристаллах. Дислокации. Поляроны и экситоны. Равновесные концентрации дефектов по Шоттки и по Френкелю. Независимость энергии точечного дефекта от положения в идеальном кристалле. Диффузия дефектов. Центры окраски в ионных кристаллах. Механизм образования и диффузии F-центров.

1.6. Тепловые свойства кристаллов.

Модель Дебая и Эйнштейна. Проблемы классической модели. Теплоемкость и способы ее определения. Вклад электронной подсистемы. Решеточная теплопроводность кристаллов. Тепловое расширение. Параметры Грюнайзена. Энергия колебаний решетки в приближении независимых классических осцилляторов. Энергия колебаний решетки в приближении независимых квантовых осцилляторов. Вычисление температурной зависимости теплоемкости в модели Эйнштейна, высокотемпературный и низкотемпературный пределы. Применение модели Эйнштейна для описания теплоемкости оптических мод колебаний. Энергия колебаний решетки в модели Дебая.

Раздел 2. Электронные свойства твердого тела.

2.1. Металлическая связь.

Свободный электронный газ. Статистика Ферми Дирака. Плотность электронных состояний. Уровень Ферми. Средняя энергия электронов. Теплоемкость. Физические

причины слабого затухания низкотемпературной теплоемкости металла. Статистика фононов и электронов. Химический потенциал электронов. Квазичастица «свободный электрон», ее эффективная масса, изотропный металл. Плотность электронов в металлах. Поверхность Ферми. Энергия Ферми, средняя энергия, скорость Ферми и их зависимость от концентрации электронов. Кратность вырождения электронных состояний. Вывод формулы для теплоемкости металла. Плотность состояний на поверхности Ферми. Температурная зависимость химического потенциала. Аналитические выражения и оценки величин для изотропного металла.

2.2. Электрон в периодическом потенциале.

Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна. Плотность состояний. Слабый периодический потенциал. Энергетические зоны, дисперсия и энергетическая щель. Расширенная, повторяющаяся и приведенная зонные схемы при квазипараболическом законе дисперсии. Принцип заполнения электронных состояний и заполнение зон квадратной решетки. Построение четырех первых зон Бриллюэна. Эволюция вида поверхности Ферми в зависимости от количества электронов, электронные и дырочные зоны. Теорема Латтинжера.

2.3. Метод сильной связи.

Локализованные состояния. Функции Ванье. Зонная структура. Функции Ванье. Закон дисперсии невзаимодействующих электронов на различных решетках.

2.4. Полупроводники.

Собственные полупроводники: концентрация электронов и дырок, положение уровня Ферми, подвижность носителей. Примесные полупроводники: температурная зависимость концентрации носителей, примесная зона, полуметаллические состояния, прямые и непрямые переходы. Симметрия зоны Бриллюэна и количество долин в кремнии и германии, эффективные массы носителей в долинах и валентных зонах. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Плотность состояний в валентной зоне и зоне проводимости. Ширина запрещенной зоны кремния и германия и ее температурная зависимость. Расчет концентрации собственных носителей в германии. Сравнение собственной проводимости германия и кремния с проводимостью металлов. Легированные полупроводники. Донорные и акцепторные примеси, мелкие и глубокие примесные уровни, характерные глубины залегания однозарядных примесных уровней в германии и кремнии. Полупроводники p и n типа, компенсированные полупроводники.

2.5. Контактные явления в полупроводниках.

Контактная разность потенциала. Генерация, диффузия и дрейф в примесном полупроводнике. Соотношения Эйнштейна. p-n-переход. Оценка основных характеристик p-n-перехода: величины потенциального барьера, ширины двойного обедненного слоя, напряженности поля в обедненном слое, емкости перехода. Инжекция и экстракция. Лавинный пробой. Световая генерация и рекомбинация носителей в p-n-переходах. Светодиод: соотношение между излучаемой энергией и выделяемым теплом, между длиной волны излучения и масштабом напряжения на переходе. Полупроводниковый лазер.

2.6. Магнетизм.

Диамагнетизм и парамагнетизм. Магнитное дипольное взаимодействие. Модель Гейзенберга. Магнитное упорядочение. Ферро- и антиферромагнетики. Домены. Ферро- и антиферромагнитное упорядочение. Спиновые волны. Модель Изинга.

2.7. Сверхпроводимость.

Критическая температура, критический ток. Магнитные свойства. Сверхпроводящая щель. Уравнение Лондонов, теория БКШ и теория Гинзбурга – Ландау. Уперовские пары. Размер куперовской пары, энергия связи. Параметр порядка и критическая температура.

2.8. Оптические явления в кристаллах.

Прямые и непрямые переходы. Экситонное поглощение. Фотопроводимость, люминесценция, флуоресценция. Спектр поглощения света. Собственное поглощение при

прямых и не прямых переходах: край поглощения, зависимость коэффициента поглощения от энергии. Спектры экситонного поглощения. Зависимость фото-ЭДС и тока короткого замыкания от величины поля и интенсивности излучения. Люминесценция и люминофоры. Классификация люминесценции по типу возбуждения, длительности свечения и механизму элементарных процессов.

2.9. Учет взаимодействия электронов.

Задача многих тел. Общий гамильтониан. Различные приближения. Сильно коррелированные системы. Общий гамильтониан. Метод вторичного квантования. Модель Хаббарда.

2.10. Теория функционала плотности.

Функционалы. Уравнения Кона – Шэма, методы решения. Псевдопотенциалы. Примеры современных вычислений. Функционалы и их производные. Теорема Хоэнберга – Кона. Лестница аппроксимаций.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– современные представления о кристаллических структурах,	+		
2	– об экспериментальных методах их определения,		+	
3	– о фононной и электронной подсистемах твердого тела,		+	
4	– о классификации твердых тел,	+		
	Уметь:			
5	– оценивать характерные параметры различных подсистем в конденсированной фазе,		+	
6	– уметь ориентироваться в многообразии физических явлений конденсированного состояния;	+		
	Владеть:			
7	– современными теоретическими методами описания взаимодействий атомов и электронов в кристалле;	+		
8	– современной теорией термодинамических, оптических и магнитных свойств твердых тел,		+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
9	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+
		ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+
		ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+

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	Структура кристаллов.	4
2	1	Обратная решетка.	4
3	1	Типы связей в кристаллах.	4
4	1	Колебания кристаллической решетки.	4
5	1	Дефекты в кристаллах.	4
6	1	Тепловые свойства кристаллов.	4
7	2	Металлическая связь. Теплоемкость металла.	4
8	2	Электрон в периодическом потенциале.	4
9	2	Метод сильной связи.	4
10	2	Полупроводники.	4
11	2	Контактные явления в полупроводниках.	4
12	2	Магнетизм.	4
13	2	Сверхпроводимость.	4
14	2	Оптические явления в кристаллах.	4
15	2	Учет взаимодействия электронов.	4
16	2	Теория функционала плотности.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Основы физики конденсированного состояния» 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 *экзамена* (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 контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 (5 семестр) составляет по 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

1. Рассчитать первое, второе и третье координационные числа для гранецентрированной кубической решетки.
2. Рассчитать базис обратной решетки и определить ее тип, если базис прямой решетки следующий: $a_1 = \{0,0,1\}$; $a_2 = \{0,1/2,1/2\}$; $a_3 = \{1/2,0,1/2\}$.
3. Рассчитать фоновый спектр одномерной цепочки с чередующимися атомами разной массы.
4. Рассчитать амплитуду рассеяния в двухатомной одномерной структуре. Выделить структурный фактор в амплитуде рассеяния.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	8	8	8	6	30

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

1. Рассчитать аналитически дисперсию свободных электронов на прямоугольной решетке.
2. Рассчитать аналитически фоновый спектр для двухатомной одномерной цепочки.
3. Рассчитать численно и проследить эволюцию плотности состояний свободных электронов на простой кубической решетке с увеличением размерности решетки.
4. Построить зонную структуру для решетки графена.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	8	8	8	6	30

8.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

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

1. Решетки Бравэ и их классификация. Элементарная ячейка, примитивная ячейка, ячейка Вигнера Зейтца, базисные векторы. Примеры основных типов решеток, координационные сферы, коэффициент заполнения. Двумерные решетки. Оси симметрии и теория групп.
2. Базисные векторы, атомные плоскости, индексы Миллера. Первая зона Бриллюэна. Дифракция рентгеновских лучей и определение кристаллической структуры. Структурный фактор.
3. Молекулярные, ковалентные и ионные кристаллы. Потенциал Леннарда Джонса, когезионная энергия.
4. Спектры фононов. Основные свойства фононных мод. Оптические, акустические ветви, поляризация. Способы определения спектров из взаимодействия с электромагнитной волной, из нейтронного рассеяния.
5. Дефекты по Шоттки и по Френкелю. F - центры. Дефекты в ионных кристаллах. Дислокации. Поляроны и экситоны.
6. Модель Дебая и Эйнштейна. Проблемы классической модели. Теплоемкость и способы ее определения. Вклад электронной подсистемы. Решеточная теплопроводность кристаллов. Тепловое расширение. Параметры Грюнайзена.
7. Свободный электронный газ. Статистика Ферми Дирака. Плотность электронных состояний. Уровень Ферми. Средняя энергия электронов. Теплоемкость.
8. Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна. Плотность состояний. Слабый периодический потенциал. Энергетические зоны, дисперсия и энергетическая щель.
9. Локализованные состояния. Функции Ванье. Зонная структура.
10. Собственные полупроводники: концентрация электронов и дырок, положение уровня Ферми, подвижность носителей. Примесные полупроводники: температурная зависимость концентрации носителей, примесная зона, полуметаллические состояния, прямые и не прямые переходы.
11. Контактная разность потенциала. Генерация, диффузия и дрейф в примесном полупроводнике. Соотношения Эйнштейна. p - n -переход.
12. Диамагнетизм и парамагнетизм. Магнитное дипольное взаимодействие. Модель Гейзенберга. Магнитное упорядочение. Ферро- и антиферромагнетики. Домены.
13. Критическая температура, критический ток. Магнитные свойства. Сверхпроводящая щель. Уравнение Лондонов, теория БКШ и теория Гинзбурга – Ландау.
14. Прямые и не прямые переходы. Экситонное поглощение. Фотопроводимость, люминесценция, флуоресценция.
15. Задача многих тел. Общий гамильтониан. Различные приближения. Сильно коррелированные системы.
16. Функционалы. Уравнения Кона – Шэма. Псевдопотенциалы. Примеры современных вычислений.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (5 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Основы физики конденсированного состояния*» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для *Экзамена* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Основы физики конденсированного состояния	
Билет № 1	
1 Электрон в периодическом потенциале.	
2. Модель Изинга.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1 А. Основная литература

1. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния: учебное пособие. Лаборатория знаний, 2020.
2. Федоров Б.В., Нерадовский Д.Ф. Элементы физики твердого тела. Тюменский индустриальный университет, 2012.

Б. Дополнительная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979, тт. 1, 2.
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
4. Маделунг О. Теория твердого тела. М.: Наука, 1980.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Физика» (РЖФ) ISSN 0869-5873;
- «Физика твердого тела» ISSN 0367-3294;
- Политематические базы данных (БД):

США: CAPLUS; COMPENDEX;

- Великобритания: INSPEC;
- Франция: PASCAL.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины

- задания для итогового контроля освоения дисциплины.
- При переходе на ЭО и ДОТ:
- сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 *«Основы физики конденсированного состояния»* 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: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Кристаллические решетки и свойства кристаллов.	<i>Знает:</i> – современные представления о кристаллических структурах, – о классификации твердых тел; <i>Умеет:</i> – уметь ориентироваться в многообразии физических явлений конденсированного состояния; <i>Владеет:</i> – современными теоретическими методами описания взаимодействий атомов и электронов в кристалле;	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (5 семестр)
Раздел 2. Электронные свойства твердого тела.	<i>Знает:</i> – об экспериментальных методах их определения, – о фононной и электронной подсистемах твердого тела, <i>Умеет:</i> – оценивать характерные параметры различных подсистем в конденсированной фазе, <i>Владеет:</i> – современными теоретическими представлениями о термодинамических, оптических и магнитных свойствах твердых тел,	Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (5 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 – 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 физики конденсированного состояния»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы экономики и управление производством»

Направления подготовки

04.03.01 Химия

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

09.03.04 Программная инженерия

19.03.01 Биотехнология

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

к.э.н., доцентом, заведующим кафедрой менеджмента и маркетинга, Д.С. Лопаткиным

к.э.н., доцентом, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга, Н.Н. Гриневым

к.т.н., доцентом, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга, Т.Н. Шушуновой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры менеджмента и маркетинга
«24» апреля 2025 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направлений подготовки: 04.03.01 Химия; 09.03.01 Информатика и вычислительная техника; 09.03.02 Информационные системы и технологии; 09.03.04 Программная инженерия; 19.03.01 Биотехнология, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **менеджмента и маркетинга** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы экономики и управление производством»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области обществознания, математики и всеобщей истории.

Цель дисциплины – получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования промышленного производства в системе национальной экономики, формирование финансового мышления и использование полученных знаний в практической деятельности.

Задача дисциплины:

- раскрытие сущности экономических явлений и процессов и освоение бакалаврами соответствующего понятийного аппарата;
- получение прикладных знаний в области развития форм и методов экономического управления предприятием в условиях рыночной экономики;
- овладение студентами основными методами решения задач управления производством;
- освоение методов и способов принятия и реализации финансовых и инвестиционных решений.

Дисциплина «Основы экономики и управление производством» преподается в 1 или 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения** УК-9.1; УК-9.2; УК-9.3

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1 Знает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике УК-9.2 Умеет использовать экономические знания в различных сферах деятельности, анализировать и обобщать экономическую информацию для принятия обоснованных управленческих решений УК-9.3 Владеет навыками использования методов экономического и финансового планирования для достижения финансовых целей, а также инструментами управления личными финансами и финансовыми рисками

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные экономические законы развития общества в различных областях жизнедеятельности;
- нормативно правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия;
- базовые экономические инструменты, необходимые для управления личными финансами;
- аналитический инструментарий для организации, координации и контроля производственных процессов.

Уметь:

- анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты;
- проводить базовый экономический анализ деятельности предприятия и его основных производственных фондов;
- разрабатывать плановые задания для производственных подразделений предприятия;
- применять основные экономические знания для принятия грамотных потребительских решений в финансовой сфере.

Владеть:

- навыками поиска и обработки экономической информации, необходимой для формулирования выводов и принятия решений;
- навыками принятия финансовых решений относительно личных финансов с учетом экономических последствий;
- методами инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений предприятия.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина «Основы экономики и управления производством» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана, к обязательному модулю социально-гуманитарной подготовки. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,34	48	36
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,66	24	18
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы рыночной экономики	24	12	6	6
1.1	Тема 1. Введение в экономику	8	4	2	2
1.2	Тема 2. Рыночные отношения и конкуренция	8	4	2	2
1.3	Тема 3. Национальный доход, занятость и финансовая политика	8	4	2	2
2.	Раздел 2. Управление личными финансами	24	8	4	12
2.1	Тема 4. Личный бюджет и финансовое планирование	12	4	2	6
2.2	Тема 5. Сбережения и инвестиции. Финансовые рынки и институты	12	4	2	6
3.	Раздел 3. Экономические основы управления производством	24	12	6	6
3.1	Тема 6. Финансовые инструменты для создания и развития бизнеса	8	4	2	2
3.2	Тема 7. Управление ресурсами предприятия. Анализ затрат на производство	8	4	2	2
3.3	Тема 8. Управление производством. Бережливое производство как методологическая основа современных производственных систем	8	4	2	2
	ИТОГО	72	32	16	24

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Цели и задачи курса. Структура излагаемого материала. Основные понятия, определения, терминология.

Раздел 1. Основы рыночной экономики

Тема 1. Введение в экономику

Экономические потребности, блага и ресурсы. Экономические системы и их сущность. Общественное производство и экономические отношения. Производственные возможности общества и экономический выбор. Кривая производственных возможностей. Закон убывающей предельной полезности. Типы и модели экономических систем. Элемент экономической системы. Традиционная экономическая система. Собственность: формы и пути их преобразования.

Тема 2. Рыночные отношения и конкуренция

Рыночный механизм спроса и предложения. Совершенная и несовершенная конкуренции. Товарный (рыночный) тип общественного производства. Сущность и условия возникновения рынка. Виды рынков и их структура. Функции рынка. Товар и его свойства. Спрос и предложение на рынке. Понятие «эластичность». Эластичность спроса и предложения, точечная и дуговая. Совершенная и несовершенная конкуренции. Монополия. Максимизация прибыли монополистом. Олигополия.

Тема 3. Национальный доход, занятость и финансовая политика

Основные макроэкономические показатели. Экономические циклы, безработица и инфляция. Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет и государственный долг. Доходы и расходы государства. Межбюджетные трансферты. Налоги и налоговая система.

Раздел 2. Управление личными финансами

Тема 4. Личный бюджет и финансовое планирование

Человеческий капитал. Деньги, финансы, финансовые цели, финансовое планирование. Этапы составления личного финансового плана. Порядок определения финансовой цели. Альтернативы достижения финансовой цели. Домашняя бухгалтерия. Личные активы и пассивы. Личный и семейный бюджет: статьи доходов и расходов. Расчеты и платежи. Инструменты и каналы осуществления платежей. Безопасность при совершении расчетов и платежей. Налогообложение физических лиц.

Тема 5. Сбережения и инвестиции. Финансовые рынки и институты

Культура сбережений. Банковский вклад. Процентные ставки. Виды вкладов. Государственная система страхования вкладов. Налогообложение по вкладам физических лиц. Кредиты и займы. Личное банкротство. Пенсионное обеспечение: государственная пенсионная система, формирование личных долгосрочных накоплений. Экономическая сущность инвестиций. Формы и виды инвестирования. Инвестиционная привлекательность. Финансовые посредники. Принципы инвестирования. Инвестиционный портфель. Управление инвестиционными рисками. Типичные ошибки при осуществлении инвестиций. Кредитный рынок (банковский рынок): преимущества и недостатки для инвестиций. Фондовый рынок и его участники. Финансовые посредники и инфраструктура финансового рынка. Инструменты инвестирования. Виды ценных бумаг, их преимущества и недостатки. Альтернативные финансовые рынки для инвестиций (рынок драгоценных металлов и камней, рынок страхования, валютный рынок и др.). Права потребителей финансовых услуг и их защита.

Раздел 3. Экономические основы управления производством

Тема 6. Финансовые инструменты для создания и развития бизнеса

Понятия «предприятие и предпринимательство». Понятие и виды предпринимательства.

Жизненный цикл и формы организации бизнеса. Организационно-правовые формы предприятия: индивидуальные предприятия, товарищества, общества, кооперативы, коллективные предприятия, государственные и муниципальные унитарные предприятия. Объединение предприятий: картель, синдикат, ассоциация, концерн, конгломерат. Система участия: отделение, дочернее предприятие, филиал, аффилированное предприятие. Малый бизнес: критерии отнесения предприятия к субъектам малого предпринимательства. Финансовые инструменты для развития бизнеса. Государственная поддержка малого и среднего предпринимательства. Бизнес-план и учет рисков.

Тема 7. Управление ресурсами предприятия. Анализ затрат на производство.

Классификация ресурсов: материальные, трудовые, финансовые, информационные. Основные производственные фонды предприятий: понятие, классификация и структура. Понятие и структура основных средств. Износ и амортизация основных фондов. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Нормирование затрат ресурсов. Анализ и оценка эффективности использования активов предприятия. Труд и заработная плата. Производительность труда. Производственная программа и производственная мощность предприятия. Ресурсосбережение. Издержки производства и себестоимость продукции. Калькуляция издержек. Прибыль: бухгалтерская, экономическая и нормальная. Рентабельность – относительный показатель эффективности деятельности предприятия.

Тема 8. Управление производством. Бережливое производство как методологическая основа современных производственных систем

Понятие системы менеджмента. Системы менеджмента и производственные системы в организации. Планирование и организация производственного процесса. Типы производств. Специализация и кооперация. Принципы рациональной организации труда. Особенности технологического цикла и способы сокращения длительности технологических операций. Планирование производства. Современные тенденции в управлении производством: автоматизация, цифровизация, инновации в управлении производством, зеленые технологии. Основные понятия и принципы бережливого производства. Определение понятия «потери». Термины muda, muri, mura. Подход к определению времени создания добавленной ценности и поиску потерь. Виды потерь, их характеристика, примеры потерь, инструменты для анализа и устранения потерь. Управление трудовыми ресурсами на предприятии. Анализ состава и структуры персонала на предприятии. Развитие сотрудников для создания добавленной ценности организации. Инструменты системы бережливого производства Система 5С (5S).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	основные экономические законы развития общества в различных областях жизнедеятельности;	+			
2	нормативно правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия;			+	
3	базовые экономические инструменты, необходимые для управления личными финансами;		+		
4	аналитический инструментарий для организации, координации и контроля производственных процессов			+	
	Уметь:				
5	анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты;	+	+	+	
6	проводить базовый экономический анализ деятельности предприятия и его основных производственных фондов;			+	
7	разрабатывать плановые задания для производственных подразделений предприятия;			+	
8	применять основные экономические знания для принятия грамотных потребительских решений в финансовой сфере.		+		
	Владеть:				
9	навыками поиска и обработки экономической информации, необходимой для формулирования выводов и принятия решений;	+			
10	навыками принятия финансовых решений относительно личных финансов с учетом экономических последствий;		+		
11	методами и инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений предприятия			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные, компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
12		УК-9.1 Знает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике	+		

	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.2 Умеет использовать экономические знания в различных сферах деятельности, анализировать и обобщать экономическую информацию для принятия обоснованных управленческих решений		+	+
		УК-9.3 Владеет навыками использования методов экономического и финансового планирования для достижения финансовых целей, а также инструментами управления личными финансами и финансовыми рисками		+	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине в объеме 16 акад. ч. (в 1 или 2 семестре) для очной формы обучения. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний.

Примерный перечень практических занятий

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
Тема 1	Знакомство с группой (в форме игры или в форме вопрос-ответ). Решение кейсов и практических заданий по теме «Введение в экономику».	2
Тема 2	Контроль знаний в интерактивном формате (тестирование, устный опрос, квиз-опрос или решение задач) по «Рыночные отношения и конкуренция».	2
Тема 3	Выступление на тему: «Экономика моего региона».	2
Тема 4	Выполнение расчетного задания по теме «Личный бюджет и финансовое планирование».	2
Тема 5	Решение тестов, кейсов и практических заданий по теме «Сбережения и инвестиции. Финансовые рынки и институты».	2
Тема 6	Защита работы на тему: «Как преумножить миллион?»	2
Тема 7	Решение тестов, задач и практических заданий по теме «Управление ресурсами предприятия. Анализ затрат на производство»	2
Тема 8	Контроль знаний в интерактивном формате (тестирование, устный опрос, квиз-опрос или решение задач)	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 24 акад. ч для очной формы обучения. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, и РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекций;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой*.

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

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных заданий (по одной контрольной работе по каждому разделу). Раздел 1 – 2 контрольных задания. Раздел 2 – 1 контрольное задание. Раздел 3 – 2 контрольных задания. Максимальная оценка за выполнение контрольных заданий 50 баллов, по 10 баллов за каждое контрольное задание. За посещение лекционных занятий обучающийся может набрать дополнительно 10 баллов. Максимальное количество баллов в семестре – 60 баллов. На зачет с оценкой отводится 40 баллов.

Раздел 1. Основы рыночной экономики

Контрольное задание №1 (максимальная оценка 10 баллов)

Контроль знаний происходит в форме тестирования/решения задач/устного опроса/квиза (форма контроля выбирается преподавателем, ведущим практические занятия).

Примеры задач:

Задача №1.

Даны функции спроса и предложения: $QD = 18 - 4P$; $QS = -22 + 6P$. Определить равновесную цену и равновесный объем продукта.

Решение:

1) При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия объемы спроса и предложения равны $QD = QS$. Следовательно, для определения равновесной цены и равновесного объема, следует приравнять левую и правую части уравнений:

$$18 - 4P = -22 + 6P; -$$

$$10P = -40;$$

$P = 4$, что и будет являться равновесной ценой.

2) Для того, чтобы определить равновесный объем продукта, необходимо подставить найденное значение равновесной цены (PE) в любую из данных функций, например, функцию спроса:

$$QD = 18 - 4 \cdot 4 = 2.$$

3) Поскольку в состоянии равновесия $QD = QS = QE$, то найденный объем и будет равновесным.

Ответ: $PE = 4$; $QE = 2$.

Задача №2.

Функция рыночного спроса на товар: $PD = 24 - 2Q$, а функция предложения: $PS = 8 + 2Q$. Государство ввело налог с продаж в размере 4 ден.ед.. Какими будут новая равновесная цена и новое равновесное количество продукции?

Решение:

1) При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия функции спроса и предложения равны: $PD = PS$. Следовательно, для определения равновесной цены и равновесного объема, следует приравнять левую и правую части уравнений:

$$PD = PS, \text{ т.е. } 24 - 2Q = 8 + 2Q;$$

$$16 = 4Q;$$

$$4 = QE., \text{ а } PE = 24 - 2 \cdot 4 = 16 \text{ ден. ед.}$$

2) Если государство введет налог с продаж в размере 4 ден. ед., то цена товара поднимется до $16 + 4 = 20$ ден. ед. При этом предложение будет равно $20 = 8 + 2QS$, т.е. $QS = 6$ единиц продукции, а объем спроса будет равен $20 = 24 - 2QD$, т.е. $QD = 2$ единицы продукции. Следовательно, $6 - 2 = 4$ единицы произведенной продукции не будут куплены.

3) При введении налога с продаж в размере 4 ден. ед. продавцы вынуждены поднять цену, при этом кривая предложения сдвинется вправо-вверх. Новое равновесное количество продаж будет равно:

$$24 - 2Q = (8 + 4) + 2Q;$$

$$Q'E = 3.$$

Зная новый равновесный объем можно найти равновесную цену:

$$P'E = 12 + 2 \cdot 3 = 18.$$

Ответ: новая равновесная цена равна $P'E = 18$ ден. ед., а новое равновесное количество равно $Q'E = 3$.

Задача №3.

Имеются три функции спроса и соответствующие им функции предложения:

$$1) \quad QD = 6 - P, \quad QS = -1 + P;$$

$$2) \quad QD = 24 - P, \quad QS = -6 + P;$$

$$3) \quad QD = 4 - 2P, \quad QS = -4 + 6P.$$

Государство вводит субсидию производителям в размере 4 ден. ед. за каждую единицу продукции. В каком случае большую часть субсидии получают потребители? Почему?

Решение:

При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия объемы спроса и предложения равны $QD = QS$.

1) Определим равновесную цену и равновесный объем для каждого случая:

$$1) \quad 6 - P = -1 + P;$$

$$PE = 3, 5, \quad QE = 2, 5$$

$$2) \quad 24 - P = -6 + P;$$

$$PE = 15, \quad QE = 9.$$

$$3) \quad 4 - 2P = -4 + 6P;$$

$$PE = 1, \quad QE = 2.$$

2) Если будет введена субсидия производителям, продавцы смогут уменьшить цену предложения на размер субсидии. Найдем цену предложения с учётом субсидии:

$$1) \quad PS = QS + 1 - 4 = QS - 3.$$

$$2) \quad PS = QS + 6 - 4 = QS + 2.$$

$$3) \quad PS = QS / 6 + 4 - 4 = QS / 6.$$

Отсюда новая функция предложения:

$$1) \quad QS = 3 + P.$$

$$2) \quad QS = -2 + P.$$

$$3) \quad QS = 6P.$$

Найдем новое состояние равновесия:

$$1) \quad 6 - P = 3 + P;$$

$$P = 1, 5, \quad Q = 4, 5.$$

$$2) \quad 24 - P = -2 + P;$$

$$P = 13, \quad Q = 11.$$

$$3) \quad 4 - 2P = 6P; P = 1/2, Q = 3.$$

Ответ: Большую часть субсидии потребители получают при варианте 3), так как цена снизится на 50% от первоначальной величины, при этом объем реализации вырастет в 1,5 раза.

Задача №4.

Кривая спроса описывается функцией $QD = 70 - 2P$, а кривая предложения $QS = 10 + P$. Правительство ввело налог на потребителей в размере 9 условных единиц за единицу продукции.

Определите:

- 1) Как изменятся равновесные цена и объем продукции.
- 2) Какова величина дохода государства от введения

налога. Решение:

1) При решении этой задачи исходим из теоретического положения: в условиях рыночного равновесия объемы спроса и предложения равны $QD = QS$.

$$70 - 2P = 10 + P;$$

$$3P = 60;$$

$$P = 20;$$

$$Q = 70 - 2 \cdot 20 = 10 + 20 = 30.$$

2) Найдем равновесную цену и равновесный объем продукции после введения налога: $QD(H) = 70 - 2(P + 9);$

$$QD(H) = QS;$$

$$70 - 2(P + 9) = 10 + P;$$

$$70 - 2P - 18 - 10 = P;$$

$$3P = 42;$$

$$P = 14. \text{ Отсюда найдем:}$$

$$QD = 70 - 2 \cdot (14 + 9) = 10 + 14 = 24.$$

$$\text{Также найдем: } \Delta P = 14 - 20 = -6; \Delta Q = 24 - 30 = -6$$

$$\text{Доход государства при этом составит } 9 \cdot 24 = 216.$$

Ответ:

- 1) Равновесные цена и объем продукции снизились на 6 единиц.
- 2) Доход государства составит 216 условных единиц.

Задача №5.

В стране А экономическая ситуация охарактеризуется следующими показателями: ставка подоходного налога равна 20% (применяется пропорциональная система налогообложения); расходы государственного бюджета – 200 млрд. ден. ед.; фактические доходы населения – 600 млрд. ден. ед.; возможные доходы при полной занятости экономических ресурсов – 1200 млрд. ден. ед.

Определите:

- а) фактическое состояние бюджета (фактический дефицит/профицит)
- б) структурное состояние бюджета (структурный дефицит/профицит) в) циклическое состояние бюджета (циклический дефицит/профицит). Сделайте вывод по задаче. правильно

Решение:

а) Факт. доходы гос. бюджета = фактические доходы населения * ставка подоходного налога.

$$\text{Факт. доходы гос. бюджета} = 600 \cdot 20\% = 120 \text{ млрд. ден. ед.}$$

$$\text{Факт. состояние бюджета} = \text{факт. доходы гос. бюджета} - \text{расходы гос. бюджета}$$

$$\text{Факт. состояние бюджета} = 120 - 200 = -80 \text{ млрд. ден. ед.}$$

Отрицательное значение данного показателя означает фактический дефицит гос. бюджета, который составляет 80 млрд. ден. ед.

б) Под структурным состоянием бюджета понимают разность между текущими государственными расходами и теми доходами государственного бюджета, которые поступили бы в него в условиях полной занятости при существующей системе налогообложения.

Формула:

$$BS = G - t * Y, \text{ где}$$

BS - структурное состояние бюджета;

G - расходы гос. бюджета;

t – ставка подоходного налога;

Y – возможные доходы при полной занятости экономических ресурсов.

$$BS = 200 - (1200 * 20\%) = -40 \text{ млрд. ден. ед.}$$

Отрицательное значение данного показателя означает структурный дефицит гос. бюджета, который составляет 40 млрд. ден. ед.

в) Доходы гос.бюджета, при полной занятости = возможные доходы при полной занятости экономических ресурсов * ставка подоходного налог

$$\text{Доходы гос.бюджета, при полной занятости} = 1200 * 20\% = 240 \text{ млрд. ден. ед.}$$

Циклическое состояние бюджета = расходы гос. бюджета - доходы гос.бюджета, при полной занятости.

$$\text{Циклическое состояние бюджета} = 200 - 240 = -40 \text{ млрд. ден. ед.}$$

Второй вариант решения:

Циклическое состояние бюджета = факт. состояние бюджета – структурное состояние бюджета.

$$\text{Циклическое состояние бюджета} = -80 - (-40) = -40 \text{ млрд. ден. ед.}$$

Отрицательное значение данного показателя означает циклический дефицит гос. бюджета, который составляет 40 млрд. ден. ед.

Примеры вопросов для устного опроса:

Что такое экономические потребности, и чем они отличаются от экономических ресурсов?

Назовите и поясните основные виды экономических благ с примерами.

Что такое экономическая система и каковы ее основные элементы?

Чем традиционная экономическая система отличается от рыночной и командной?

Что такое производственные возможности общества и почему их ресурсы ограничены?

Поясните, что показывает кривая производственных возможностей.

Каков смысл закона убывающей предельной полезности? Приведите пример.

Какие существуют типы собственности и каковы пути их преобразования?

Чем отличаются экономические отношения от производственных отношений?

Что такое экономический выбор и почему он возникает?

Что такое рынок и какие условия необходимы для его возникновения?

Назовите и поясните основные функции рынка.

Чем спрос отличается от предложения и какие факторы их формируют?

Что такое эластичность спроса и предложения, какие виды эластичности вы знаете?

Чем отличается точечная эластичность спроса от дуговой эластичности?

Что понимается под совершенной конкуренцией и каковы её основные признаки?

Каковы отличия монополии от совершенной конкуренции?

Каким образом монополист максимизирует свою прибыль?

Что такое олигополия и какие её главные особенности?

Каковы основные отличия несовершенной конкуренции от совершенной?

Контрольное задание №2 (максимальная оценка – 10 баллов)

Подготовка выступления на тему «Экономика моего региона»

Цель задания: подготовить и представить устное выступление с использованием презентации, раскрывающее ключевые особенности экономики вашего региона проживания («родного»). Выполнение задания возможно в небольших группах. Подробные требования к заданию представлены в методических рекомендациях по дисциплине.

Раздел 2. Управление личными финансами

Контрольное задание №3 (максимальная оценка – 10 баллов)

Сложно планировать достижение финансовых целей, не представляя размер собственных доходов и расходов. Оцените доходы и расходы Вашей семьи за прошедший год, используя шаблон Семейный бюджет.xlsx. Шаблон для заполнения предоставляет преподаватель. Для того чтобы получить более общую картину, просуммируйте полученные доходы и расходы по статьям и занесите полученные результаты в итоговую таблицу.

Годовые доходы и расходы, руб.

Доходы	руб.	Расходы	руб.
Ежемесячный доход		Ежемесячные расходы	
Годовые доходы		Годовые разовые расходы	
Суммарный годовой доход		Итого расходы за год	
Доходы – расходы (Остаток на конец года)			

Подобную таблицу можно составлять и по месяцам, и по годам, в зависимости от горизонта поставленных целей. Подробные требования к заданию представлены в методических рекомендациях по дисциплине.

Раздел 3 Экономические основы управления производством

Контрольное задание №4 (максимальная оценка – 10 баллов)

«Как приумножить миллион?»

Вы получили в наследство 1 млн. руб. Ваша задача грамотно распорядиться этими деньгами и постараться приумножить их, используя знания, полученные на занятиях по дисциплине «Основы экономики и управления производством». Обучающийся может выбрать одно из направлений «Инвестиции» или «Открытие собственного дела». Выполнение задания возможно в небольших группах (капитал объединяется).

Результаты работы представить в виде презентации. Подробные требования к заданию представлены в методических рекомендациях по дисциплине.

Контрольное задание №5 (максимальная оценка – 10 баллов)

Контроль знаний происходит в форме тестирования/решения задач/устного опроса/квиза (форма контроля выбирается преподавателем, ведущим практические занятия).

Примеры тестовых заданий:

1. Субъектами предпринимательства могут быть:

- Физические лица;
- Физические и юридические лица; +
- Юридические лица.

2. Какие бывают формы предпринимательства?

- а. Частное, общее, государственное;
- б. Индивидуальное, партнерское, корпоративное; +
- в. Индивидуальное, совместное.

3. Предпринимательство выполняет следующие функции: а. Социально-экономическую, направляющую, распределительную, организаторскую;

- б. Экономическую, политическую, правовую, социально-культурную;
- в. Общеэкономическую, политическую, ресурсную, организаторскую, социальную, творческую. +

4. Что является основами свободного предпринимательства?

- а. Рыночный механизм, частная собственность и совершенная конкуренция;
- б. Диалектическая взаимосвязь производительных сил, производственных отношений и хозяйственного механизма, действующих в условиях частной собственности на средства производства, свободы предпринимательства и свободной конкуренции; +
- в. Производительные силы, материальные и трудовые ресурсы, находящиеся в свободном для предпринимателей доступе.

5. Производственное предпринимательство – вид бизнеса, основу которого составляет:

- а. Материальное производство;
- б. Материальное производство и оказание услуг;
- в. Материальное, интеллектуальное и духовное производство. +

6. Какое определение цены наиболее верно в современных условиях хозяйствования:

- а. Цена – это количество денег, других товаров и услуг, величина процента, за которое продавец согласен продать, а покупатель готов купить единицу товара или услуги; +
- б. Цена – количество денег, за которое продавец согласен купить, а покупатель готов продать единицу товара или услуги;
- в. Цена – денежное выражение стоимости товара.

7. Максимизация массы прибыли:

- а. Задача государственной ценовой политики
- б. Задача ценовой стратегии фирмы +
- в. Задача ценовой политики фирмы

8. Анализ финансово-хозяйственной деятельности можно рассматривать как:

- а. Микроэкономический анализ;
- + б. Макроэкономический анализ;
- в. Статистический анализ.

9. Роль анализа в управлении предприятием – это:

- а. Разработка бюджета предприятия;
- б. Основа разработки планов и принятия управленческих решений; + в. Одна из функций управления.

10. Предметом анализа финансово-хозяйственной деятельности является:

- а. Экономические результаты деятельности предприятия;
- б. Планирование, учет, анализ и принятие управленческого решения;
- в. Причинно-следственные связи экономических явлений и процессов. +

Примеры вопросов для устного опроса:

1. Сущность и понятие экономики. Хрематистика. Участники (субъекты) экономических отношений.
2. Основные факторы производства. Факторный доход.
3. Нужды и потребности как основной мотив деятельности людей.
4. Уровни экономики.
5. Виды экономики. Исторические экономические этапы (от аграрной до экономики эмоций)
6. Рынок. Основные черты и функции.

7. Закон спроса и закон предложения. Детерминанты спроса и предложения.
8. Основные типы конкуренции
9. Безработица. Виды и последствия для государства и населения.
10. Издержки производства и их классификация.
11. Финансовая система РФ.
12. Доходы и расходы бюджета. Основные способы погашения дефицита бюджета.
13. Налоговые доходы. Классификация и основные виды.
14. Ключевая ставка ЦБ РФ.
15. Сущность предпринимательской деятельности и виды предпринимательства.
16. Организационно-правовые форма ведения бизнеса
17. Организационно экономические формы сотрудничества между предприятиями
18. Внутренняя и внешняя среда предприятия.
19. Критерии отнесения предприятия к субъекту малого бизнеса.
20. Способы начать свой бизнес.
21. Основные финансовые результаты деятельности организации. Направления использования чистой прибыли. Бухгалтерская и экономическая прибыль. Виды рентабельности.
22. Активы предприятия (оборотные и внеоборотные).
23. Дебиторская и кредиторская задолженности предприятия.
24. Трудовые ресурсы предприятия.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 или 2 семестр – зачет с оценкой)

1. Потребности и ресурсы.
2. Выбор и ограничения в экономике.
3. Производственные возможности.
4. Собственность как экономическая и юридическая категория.
5. Виды и формы собственности в современной экономике.
6. Понятие и эволюция экономических систем. Современные экономические системы; Модели смешанной экономики.
7. Спрос и предложение. Взаимодействие спроса и предложения.
8. Монополия. Рынок единственного продавца. Антимонопольное законодательство.
9. Олигополия. Характеристика рынка.
10. Конкуренция, основные типы рыночных структур.
11. Экономические издержки производства, их структура и виды (определение и структура издержек производства; стоимостная функция производства).
12. Предприятие – как субъект и объект предпринимательской деятельности. Законодательная база предпринимательской деятельности. Нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности и критерии их выбора.
13. Предпринимательская деятельность и поведение фирмы на рынке (фирма: ее трактовки и типы; цель фирмы; выручка и прибыль; принцип максимизации прибыли;
14. Предпринимательство: понятие, виды и основные формы.
15. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности критерии их выбора.
16. Внешняя и внутренняя среда предприятия.
17. Производственная программа и производственная мощность предприятия.
18. Основные производственные фонды химических предприятий: понятие, классификация и структура.
19. Оценка основных средств. Методы оценки основных фондов.
20. Показатели использования основных производственных фондов. Износ и

амортизация основных фондов.

21. Показатели использования основных производственных фондов, Пути улучшения использования ОПФ.

22. Оценка эффективности использования основных производственных фондов.

23. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Источники формирования оборотных средств. Оборачиваемость оборотных средств.

24. Определение потребности в оборотных средствах.

25. Показатели использования оборотных средств. Пути улучшения использования оборотных средств.

26. Сущность, функции и задачи финансов предприятия. Собственные и заемные финансовые ресурсы. Баланс доходов и расходов.

27. Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет.

28. Цена на продукцию и принципы ценообразования. Виды цен. Структура цены, система цен.

29. Ценовая политика предприятия. Разработка ценовой стратегии.

30. Понятие прибыли и дохода предприятия, методы их расчета.

31. Понятие инвестиций и их классификация. Инвестиционный проект и инвестиционный цикл.

32. Налоговая политика. Принципы налогообложения.

33. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

34. Личный бюджет. Структура, способы составления и планирования личного бюджета.

35. Личный финансовый план: финансовые цели, стратегия и способы их достижения. Функции личных финансов.

36. Финансовые ресурсы семьи. Состав финансовых ресурсов семьи.

37. Управление личными финансами. Инструменты государственного воздействия на личные финансы населения.

38. Процентные ставки и факторы их определяющие. Механизм формирования процентной ставки на рынке. Виды процентных ставок.

39. Доходность и риск на финансовом рынке. Показатели доходности и риска и их соотношение. Виды рисков, связанных с ценными бумагами. Систематический (рыночный) и несистематический (специфический) риск портфеля. Требуемая доходность по инструменту.

40. Ценные бумаги. Классификации ценных бумаг.

41. Фондовая биржа. Участники биржевых торгов. Листинг и делистинг.

42. Анализ финансовых результатов предприятия. Анализ финансового состояния предприятия.

43. Сущность и содержание экономического анализа. Цель, задачи, предмет и объекты экономического анализа.

44. Классификация видов экономического анализа. Качественный и количественный анализ. Производственный и финансовый анализ.

45. Методы комплексной оценки хозяйственной деятельности. Цели и содержание комплексного экономического анализа.

46. Основные понятия и определения: характеристика предпринимательства, связь понятий «предпринимательская деятельность», «предпринимательство», «бизнес».

47. Деловые интересы предпринимателей: понятие, их виды и характеристика.

48. Предпринимательская идея (бизнес-идея): понятие идеи, источники идей, технология накопления идей, изучение и анализ потребностей (потребность - желание - спрос), виды потребностей.

49. Бизнес-план проекта: понятие, назначение, классификация, функции, цель и

задачи, принципы.

50. Организация бизнеса: этапы организации предпринимательской деятельности в РФ.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 или 2 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «**Основы экономики и управление производством**» проводится в 1 или 2 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 теоретических вопросов и задачи.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» зав. каф. МиМ (Должность, наименование кафедры) Д.С. Лопаткин (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2025г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра менеджмента и маркетинга
	19.03.01 Биотехнология
	Основы экономики и управления производством
Билет № _ 1. Олигополия. Характеристика рынка. 2. Ценные бумаги. Классификации ценных бумаг. 3. Годовая выручка организации составила 5 млн рублей, годовые переменные издержки составили 3,5 млн рублей, накладные расходы составили – 0,6 млн рублей. Рентабельность продаж составила __%.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература:

1. Петросян, Л. Э. Экономическая культура: теория и практика : учебное пособие для вузов / Л. Э. Петросян. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 180 с. — ISBN 978-5-507-52464-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/489290> (дата обращения: 26.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Кондратьева, И. В. Экономика предприятия / И. В. Кондратьева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 232 с. — ISBN 978-5-507-45267-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263045> (дата обращения: 26.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература:

1. Экономика и право: проблемы, стратегия, мониторинг : монография / З. А. Айларова, В. В. Табольская, Д. Н. Ермаков [и др.] ; под редакцией Э. В. Фомина. — Чебоксары : , 2023. — 196 с. — ISBN 978-5-907688-52-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/412709> (дата обращения: 26.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Нормативная литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации, ч. 1. 2, 3, 4 с изменениями.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации с изменениями.
3. Земельный кодекс Российской Федерации с изменениями.
4. Налоговый кодекс, ч. 1, 2 с изменениями.
5. Федеральный закон от 25.02.1999 № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».

9.2. Рекомендуемые источники научной информации

1. <http://www.ecsocman.edu.ru>
2. <http://www.eup.ru>
3. <http://www.buhgalteria.ru>
4. <http://www.business-ethics.com>
5. <http://www.worldeconomy.ru>

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://fgosvo.ru> Портал Федеральных государственных стандартов высшего образования.
- <http://www.consultant.ru> Правовая база.
- <http://smartandmarketing.com> Портал для маркетологов.
- <http://www.e-executive.ru> Портал сообщества менеджеров.
- www.advi.ru Электронный журнал «Рекламные идеи».
- <https://muctr.ru> Сайт РХТУ им. Д.И. Менделеева.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения;
- Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) могут применяться следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:
 - ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
 - платформы для проведения вебинаров;
 - платформы для проведения онлайн конференций (Яндекс.Телемост и др.);
 - учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
 - сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться платформы для проведения онлайн конференций и отдельные специализированные модули LMS.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы экономики и управление производством»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (моноблоки, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

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

Персональные компьютеры (моноблоки), укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 ProfessionalGetGe nuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 От 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт от 13.04.2025 № 13-143К/2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы рыночной экономики	Знает: – основные экономические законы развития общества в различных областях жизнедеятельности; Умеет: – анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты; Владеет: – навыками поиска и обработки экономической информации, необходимой для формулирования выводов и принятия решений;	Оценка за посещение лекций. Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Управление личными финансами	Знает: – базовые экономические инструменты, необходимые для управления личными финансами; Умеет: – анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты; – применять основные экономические знания для принятия грамотных потребительских решений в финансовой сфере. Владеет: – навыками принятия финансовых решений относительно личных финансов с учетом экономических последствий;	Оценка за посещение лекций. Оценка за контрольные работы Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Экономические основы управления производством	Знает: – нормативно правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия; – аналитический инструментарий для организации, координации и контроля производственных процессов. Умеет: – анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты; – проводить базовый экономический анализ деятельности предприятия и его основных производственных фондов; – разрабатывать плановые задания для производственных подразделений предприятия; Владеет: – методами и инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений предприятия.	Оценка за посещение лекций. Оценка за контрольную работу. Оценка за зачет с оценкой

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

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

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

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

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

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы экономики и управление производством» основной образовательной программы

04.03.01 Химия

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.02 Информационные системы и технологии

09.03.04 Программная инженерия

19.03.01 Биотехнология

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 1 от «27» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Профильное программное обеспечение для решения задач
профессиональной деятельности»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

**Профиль подготовки – «Материалы для генерации, преобразования и
хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.
- д.т.н., профессором кафедры информатики и компьютерного проектирования Соломатиным А.С.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шакиной Э.А.
- старшим преподавателем кафедры информатики и компьютерного проектирования Сафоновой В.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«21» мая 2025 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой **информатики и компьютерного проектирования** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. В дисциплине изучаются практические аспекты современной теории информационных систем. Подробно описаны формы представления информации, основы информационной культуры, инструменты информационного поиска, проблемы информационного общества, информационные технологии передачи и обработки информации, сведения об экономических информационных системах и технических средствах информационных технологий. Изучение дисциплины базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в общеобразовательной или профессиональной образовательной организации. Предполагается, что студенты знакомы с основными понятиями информатики. Студенты также должны владеть основными навыками работы с ПК.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения дисциплины у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи дисциплины – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

Дисциплина **«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1; Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод

		системного анализа УК-1.2; Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3; Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач

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 анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1; Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1; Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2; Умеет использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности ОПК-3.3; Владеет навыками использования современной вычислительной техники для выполнения расчетов свойств веществ и химических процессов
	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с	ОПК-4.1; Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности

	использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.2; Умеет обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4.3; Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений
	ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1; Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли ОПК-5.2 Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи ОПК-5.3; Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48
Лекции (Л)		-
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32
Самостоятельная работа (СР)	1,67	60
Подготовка к практическим занятиям	0,78	28
Подготовка к лабораторным работам	0,78	28
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	4
Вид итогового контроля:	Зачет	

Вид учебной работы		
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	36
Лекции (Л)		-
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24
Самостоятельная работа (СР)	1,67	45
Подготовка к практическим занятиям	0,78	21
Подготовка к лабораторным работам	0,78	21
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	3
Вид итогового контроля:	Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Академ. час.				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии	29	-	5	10	14
1.1	Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП).	5	-	1	2	2
1.2	Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции, особенности. Стандартные и нестандартные функции Python.	6	-	1	2	3
1.3	Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder).	6	-	1	2	3
1.4	Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy, сравнение с MATLAB.	6	-	1	2	3
1.5	Построение графиков на языке Python с использованием модуля matplotlib	6	-	1	2	3

2.	Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	23	-	3	6	14
2.1	Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности выполнения действий над матрицами на языке Python, информационные матричные функции.	7	-	1	2	4
2.2	Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций.	7	-	1	2	4
2.3	Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.	9	-	1	2	6
3.	Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами	29	-	5	10	14
3.1	Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента	5	-	1	2	2

3.2	Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация на Python.	6	-	1	2	3
3.3	Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК	6	-	1	2	3
3.4	Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.	6	-	1	2	3
3.5	Методика использования решателей в модуле scipy.optimize, функции root_scalar, root.	6	-	1	2	3
4.	Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами	27	-	3	6	18
4.1	Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.	9	-	1	2	6
4.2	Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле scipy.optimize Встроенные методы SciPy, функции minimize_scalar, minimize.	9	-	1	2	6

4.3	Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов наPython.	9	-	1	2	6
	Зачет	-	-	-	-	-
	ИТОГО	108	0	16	32	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии

1.1. Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП). Создание и использование дистрибутива Anaconda. Инфраструктуры Spyder, Jupiter, структура языка. Основные структуры данных (список кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.

1.2. Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции языка Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод).

1.3. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции if, for, while.

1.4 Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB. Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python. Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.

1.5 Построение графиков на языке Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.

Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

2.1. Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

2.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Решение СЛАУ на языке Python с использованием модулей numpy.linalg и scipy.linalg. и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.

2.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами

3.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента

3.2. Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

3.3. Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК scipy.polyfit, scipy.optimize.least_squares, scipy.optimize.lsqr_linear.

3.4.. Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

3.5. Методика использования решателей в модуле `scipy.optimize`, функции `root_scalar`, `root`.

Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами

4.1. Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.

4.2. Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле `scipy.optimize`. Встроенные методы SciPy, функции `minimize_scalar`, `minimize`.

4.3. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов в Python. Выбор решателя в модуле `scipy.integrate`, функции `solve_ivp`, `solve_bvp`.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)	+			+
2	– современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.		+	+	
	Уметь:				
3	– выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности		+	+	
4	– анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.				+
	Владеть:				
5	– навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	+			
6	– навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.		+		+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные</u> и <u>общепрофессиональные компетенции</u> и <u>индикаторы их достижения</u> :						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
7	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1; Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	+	+	+	+
		УК-1.2; Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач	+	+	+	+
		УК-1.3; Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач	+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				

8	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1; Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+
9	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1; Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	+	+	+	+
		ОПК-3.2; Умеет использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	+	+	+	+
		ОПК-3.3; Владеет навыками использования современной вычислительной техники для выполнения расчетов свойств веществ и химических процессов	+	+	+	+
10	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1; Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности	+	+	+	+
		ОПК-4.2; Умеет обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	+	+	+	+

		ОПК-4.3; Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	+	+	+	+
11	ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1; Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли	+	+	+	+
		ОПК-5.2 Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи	+	+	+	+
		ОПК-5.3; Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор.	2
2	1.2.	Введение в программирование на языке Python. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python.	2
3	2.3.	Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB.	2
4	2.1.	Прямые и итерационные численные методы. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Обзор методов решения СЛАУ.	2
5	3.1.	Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Определение критерия Стьюдента.	2
6	3.2.	Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Постановка задачи интерполяции и аппроксимации.	2
7	4.1.	Классификация задач и методов оптимизации. Обзор методов: градиентные, безградиентные, случайного поиска. Градиентные методы поиска экстремума, общая характеристика. Метод наискорейшего спуска. Безградиентные методы: метод деформируемого многогранника (симплексный). Методы случайного поиска.	2
8	4.2.	Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Постановка задачи Коши. Оценка погрешности.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине **«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»**, а также дает:

- знания об основных численных методах, необходимых химикам-технологам;
- умения пользоваться пакетами прикладных программ для обработки, представления и передачи данных;
- умения разрабатывать и пользоваться различными системами баз данных;

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума в семестре составляет 70 баллов (максимально по 5 балла за каждую работу, всего 14 работ). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1.	Создание и использование дистрибутива Anaconda для создания окружения Python . Среды разработки Spyder и Jupyter Notebook . Основные структуры данных (список, кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.	2
2	1.2.	Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод). Управляющие конструкции if, for, while.	2
3	1.3.	Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python.	2
4	1.4.	Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.	2
5	1.5.	Построение графиков в Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.	2
6	2.1.	Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).	2
7	2.2.	Решение СЛАУ с использованием модулей ПКМ Python: numpy.linalg и scipy.linalg. и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.	2
8	2.3.	Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Расчет числа обусловленности СЛАУ.	2
9	3.1.	Обработка результатов измерения одной величины. Расчет точечных и интервальных оценок, использование U-критерия и критерия Стьюдента.	2

10	3.2.	Приближение функции. Решение практических задач аппроксимации и интерполяция с использованием функций Python для аппроксимации и МНК <code>scipy.polyfit</code> , <code>scipy.optimize.least_squares</code> , <code>scipy.optimize.lsqr_linear</code> .	2
11	3.3.	Решение систем нелинейных уравнений (СНУ). Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Использование решателей <code>simplify</code> , <code>collect</code> , <code>pretty</code> . Методика использования решателей в модуле <code>scipy.optimize</code> , функции <code>root_scalar</code> , <code>root</code> .	4
12	4.1.	Решение задач многомерной оптимизации. Градиентные методы. Постановка задачи. Алгоритм метода наискорейшего спуска, реализация метода с использованием языка Python.	2
13	4.2.	Решение задач многомерной оптимизации. Безградиентные методы. Постановка задачи. Встроенные методы SciPy, функции <code>minimize_scalar</code> , <code>minimize</code> . Выбор решателя в модуле <code>scipy.optimize</code>	2
14	4.3.	Реализация методов решения дифференциальных уравнений с использованием языка Python. Выбор решателя в модуле <code>scipy.integrate</code>	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в семестре складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 30 баллов) и лабораторного практикума (максимальная оценка 70 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в семестре предусмотрена 1 контрольная работа.
Максимальная оценка за контрольную работу составляет 30 баллов.

Раздел 1,2,3,4. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вариант контрольной работы

- 1) Дисперсия. Среднее значение. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Нахождение доверительного интервала.
- 2) Одномерные массивы. Ввод-вывод. Сумма. Максимум и минимум. Сортировка. Норма вектора

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

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

Итоговый контроль по дисциплине в семестре не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А., Павлов А.С. Приближение функции с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 80 с.
2. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Сафонова В.Д., Шакина Э.А., Сеннер С.А. Одномерная и многомерная оптимизация с применением современных информационных технологий: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. – 96 с.
3. Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Васильев А.С. Решение вычислительных задач на языке Python в химии и химической технологии: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 176 с.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: [учеб. пособие] / Гартман Т.Н., Клушин Д.В. – СПб.: Изд-во Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шакина Э.А., Сафонова В.Д., Павлов А.С., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Гартман Т.Н., Асеев К.М. Обработка результатов исследований с применением многофункционального табличного редактора: [учеб. пособие] – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 60 с.
2. Шакина Э.А., Советин Ф.С., Сеннер С.А., Миронов В.И., Калинин В.Н., Артемьева Л.И., Соломатин А.С. – М.: Введение в информатику. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 80 с.

3. Гартман Т.Н., Клушин Д.В.: Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов; учебное пособие для ВУЗов. – М. изд. «Академкнига», 2008. – 416 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://intuit.ru>
- <http://wolframalfa.com>
- <http://mathnet.ru>
- <http://arxiv.org> и archive.org

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- Текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Мессенджер Telegram
- Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»* проводятся в форме практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам курса. Демонстрационный материал по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each	Контракт № 28-35ЭА/2020 от	150 лицензий для активации	бессрочная

	AcademicEdition	26.05.2020	на рабочих станциях	
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.	<i>Знает:</i> – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы. <i>Умеет:</i> – выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности – анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии. <i>Владеет:</i> – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум
Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).	<i>Знает:</i> – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) – современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум

	<i>Умеет:</i> – анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии. <i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными	
Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.	<i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум
Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами.	<i>Владеет:</i> – навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными – навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной
деятельности»

направления подготовки

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Рентгеноструктурный анализ материалов»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена с.н.с. Сколковского института науки и технологий к.х.н. Савиной А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха «органические и гибридные материалы для преобразования и запасаения энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Рентгеноструктурный анализ материалов»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участника образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, квантовой химии, спектральных методов исследования.

Цель дисциплины – освоение студентами фундаментальных знаний в области рентгеновской и электронной дифракции на поликристаллических материалах и основных практических методов решения научных задач в данной области.

Задачи дисциплины

- формирование у студентов базовых знаний в области рентгеновской и электронной дифракции, понимания специфики дифракции на поликристаллических материалах;
- знакомство студентов с современными методами анализа дифракционных данных;
- обучение студентов работе с современными программными пакетами для порошковой дифракции;
- подготовка студентов к выполнению самостоятельных исследований с использованием дифракционных методов.

Дисциплина **«Рентгеноструктурный анализ материалов»** преподается в 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:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1. Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики УК-8.2. Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

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: научно-исследовательский				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н) (уровень квалификации – 6) Корректировка и разработка методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов</i>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физические основы дифракционных методов исследования материалов; математические основы теории дифракции;
- особенности дифракции на поликристаллических материалах;
- особенности аппаратуры для регистрации дифрактограмм;
- современные методы анализа дифракционных данных, основы структурного анализа;

Уметь:

- правильно спланировать дифракционный эксперимент (пробоподготовка, оптимальная конфигурация прибора, режим съемки);
- выбрать оптимальный метод решения исследовательской задачи, провести первичную обработку дифрактограмм, решать стандартные задачи полнопрофильного анализа.

Владеть:

- современными методами анализа дифракционных данных, включая методы полнопрофильного анализа (метод Ритвельда);
- программными пакетами для обработки дифрактограмм поликристаллических материалов, навыками определения параметров элементарной ячейки;
- уточнения кристаллических структур и определения параметров микроструктуры.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.6	128	96
Лекции	1.8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1.4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	0.3
Подготовка к экзамену.		35.6	26.7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы кристаллохимии	35	10	10	15
1.1	Симметрия кристаллов	7	2	2	3
1.2	Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом	7	2	2	3
1.3	Основы кинематической теории дифракции	7	2	2	3
1.4	Дифракция на реальных системах. Теоретическая дифрактограмма	7	2	2	3
1.5	Экспериментальная техника дифракционного эксперимента	7	2	2	3
2.	Раздел 2. Первичная обработка дифрактограммы	49	14	14	21
2.1	Профильный анализ. Качественный рентгенофазовый анализ. Базы данных ICDD	7	2	2	3
2.2	Индексирование дифрактограмм. Определение параметров элементарной ячейки.	7	2	2	3
2.3	Симметрия обратного пространства. Взаимосвязь дифрактограммы и кристаллической структуры соединения.	7	2	2	3
2.4	Применение дифракции к исследованию структурных фазовых переходов. Метод гомологии.	7	2	2	3
2.5	Методы решения кристаллической структуры по порошковым дифракционным данным.	7	2	2	3
2.6	Уточнение кристаллических структур. Метод Ритвельда	7	2	2	3
2.7	Количественный рентгенофазовый анализ	7	2	2	3
	Раздел 3. Текстура поликристаллических образцов	24	8	8	8
3.1	Методы анализа текстуры	6	2	2	2
3.2	Дифракция рентгеновского излучения на нанообъектах. Влияние микроструктуры образца на вид дифрактограмм.	6	2	2	2
3.3	Электронная и нейтронная дифракция.	6	2	2	2
3.4	Исследование тонких пленок, рефлектометрия	6	2	2	2
	ИТОГО	108	32	32	44
	Экзамен	36			
	ИТОГО	144			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы кристаллохимии.

1.1 Симметрия кристаллов.

Трансляционная симметрия как основной вид симметрии кристаллов. Понятие о кристаллической решетке. Симметрия кристаллической решетки. Решетки Бравэ. Закрытые и открытые элементы симметрии в кристаллах. Математическое описание операций симметрии. Пространственные (Федоровские) группы. Симметрия физических свойств кристалла. Основные данные о кристаллической структуре. Формат CIF, структурные базы данных.

1.2. Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом

Рентгеновское излучение (РИ) как электромагнитное излучение. Типы источников РИ. Взаимодействие РИ с веществом. Томсоновское рассеяние, комптоновское рассеяние, фотоэффект. Линейный коэффициент поглощения. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны – край полосы поглощения. Уравнения Гамильтона-Дарвина. Когерентное упругое рассеяние – дифракция РИ, вывод формулы для определения комплексной амплитуды рассеянного РИ.

1.3. Основы кинематической теории дифракции.

Основные приближения кинематической теории дифракции. Рассеяние на атоме, на цепочке электронов, цепочке атомов. Трансляционная симметрия кристалла, переход к рядам Фурье. Обратная решетка. Закон Брэгга в векторной и скалярной формах. Сфера Эвальда. Атомные факторы рассеяния (форм-факторы). Влияние теплового движения атомов на вид дифрактограммы, параметры атомного смещения (Atomic Displacement Parameters). Заселенность. Структурная амплитуда.

1.4. Дифракция на реальных системах. Теоретическая дифрактограмма.

Параметры, влияющие на интенсивность рефлекса при дифракции на реальных объектах. Поляризационный фактор, влияние монохроматоров. Дифрактограмма поликристаллического образца как 1D проекция 3D дифракционной картины, рассмотрение дифракции на поликристаллической пробе с помощью построения Эвальда. Лоренц-фактор, геометрический фактор. Поглощение РИ в пробе (случай дифракции «на отражение»), абсорбционный фактор. Понятие о текстуре образца, текстурный фактор. Коэффициент экстинкции. Фактор повторяемости рефлексов.

1.5. Экспериментальная техника дифракционного эксперимента

Источники и детекторы РИ. Основные элементы рентгеновской оптики: коллиматоры, монохроматоры, рентгеновские зеркала. Геометрия съемки. Выбор оптимальной геометрии. Планирование эксперимента: выбор излучения, детектора, параметров съемки. Юстировка прибора для решения разных типов задач. Понятие инструментальной функции и спектральной функции. Систематические погрешности в дифракционном эксперименте.

Раздел 2. Первичная обработка дифрактограммы.

2.1. Профильный анализ.

Качественный рентгенофазовый анализ. Базы данных ICDD.

Форматы дифракционных данных, программы конвертации форматов. Описание фона в профильном анализе. «Базовые» аппроксимирующие функции (Гаусса, Лоренца). Реалистичные аппроксимирующие функции (pseudo-Voigt, Pearson VII). Учет асимметрии профиля. Случай немонахроматического излучения (α_1/α_2). Понятие о методе фундаментальных параметров. Угловая зависимость полуширины рефлекса. Критерии качества профильного анализа. Типичный вид разностной дифрактограммы при различных ошибках описания. Основы качественного рентгенофазового анализа:

рентгенограмма как отпечаток пальцев химического соединения. Базы данных ICDD. Структура «карточки» в базе данных PDF-2. «Уровни качества» стандартов. Алгоритмы поиска по базе данных.

2.2. Индицирование дифрактограмм. Определение параметров элементарной ячейки.

Постановка задачи индицирования рентгенограмм. Влияние качества эксперимента. Систематические ошибки определения положения пиков на рентгенограмме. Индицирование рентгенограммы кубической сингонии. Влияние систематических погасаний. Индицирование рентгенограммы средних сингоний (тетрагональной / гексагональной). Три «классические» программы автоиндицирования (Treor, Ito, Dicvol). Критерии корректности индицирования (Де Вольфа, Смита-Снайдера). Сложные случаи для индицирования. Неоднозначность выбора элементарной ячейки (geometrical ambiguities). Проблема «доминантной зоны» (dominant zone). Уточнение параметров элементарной ячейки методом МНК.

2.3. Симметрия обратного пространства. Взаимосвязь дифрактограммы и кристаллической структуры соединения.

Соотношение операций симметрии в прямом и обратном пространствах. Закон Фриделя. Лауэ-класс кристалла. Фактор повторяемости как соотношение порядков точечных групп. Центрировки, матрицы преобразования в прямом и обратном пространствах. Систематические погасания для структур с центрировками. Влияние открытых элементов симметрии на структурную амплитуду. Систематические погасания для открытых элементов симметрии. Правила выбора пространственной группы по данным анализа дифрактограмм.

2.4. Применение дифракции к исследованию структурных фазовых переходов. Метод гомологии.

Понятие о субструктуре и сверхструктуре. Проявление искажения структуры на дифракционной картине. Кратность (multiplicity) отражения. Характер расщепления рефлексов как ключ к определению типа сверхструктуры. Понятие о матрице перехода, примеры применения. Механизмы возникновения сверхструктуры. Общий алгоритм действий при индицировании методом гомологии. Преобразование различных векторов при переходе к сверхструктуре. Понятие о «нестандартных установках» пространственных групп. Алгоритмы и программы поиска сверхструктуры. Систематический подход к структурным фазовым переходам (понятие о теоретико-групповых методах, ТГ). Глэзеровская классификация искаженных перовскитов и ее развитие с использованием ТГ-методов.

2.5. Методы решения кристаллической структуры по порошковым дифракционным данным.

Отличие порошкового и монокристалльного экспериментов, перекрывание пиков. Этапы решения структуры по порошковым данным. Экспериментальные подходы к проблеме наложения пиков. Два подхода к решению структуры по порошковым данным. Методы определения «массива $|F|$ »: методы Паули и Ле Бейля. Стандартные «монокристалльные» методы решения структуры: функция Паттерсона, прямые статистические методы. Методы оптимизации «в реальном пространстве»: общая схема; алгоритм «имитации отжига» (simulated annealing). Метод «инверсии заряда» (charge flipping), особенности. Разностный Фурье-синтез.

2.6.. Уточнение кристаллических структур. Метод Ритвельда

Математические основы метода Ритвельда. Уточняемые параметры в методе Ритвельда. Профильная функция: практические советы по схеме уточнения профильных

коэффициентов. Рекомендованная последовательность уточнения параметров. Факторы недостоверности, ограничения. «Проблема отрицательных тепловых». Корреляция между параметрами: примеры, матрица корреляции. Стандартные отклонения уточняемых параметров. Программы для уточнения структуры методом Ритвельда (GSAS, Fullprof, Rietan, Topas, Jana, Siroquant), их особенности.

2.7. Количественный рентгенофазовый анализ.

Распространение РИ в поликристаллическом образце. Средний коэффициент поглощения. Микроабсорбция. Взаимосвязь между объемной долей фазы и интенсивностью рефлекса. Основные «стандартные» методы количественного фазового анализа: метод прямой калибровки, метод добавок, метод внутреннего стандарта. Метод корундовых чисел (внешнего стандарта). Метод Ритвельда как бесстандартный количественный рентгенофазовый анализ. Определение абсолютных содержаний кристаллических фаз: методы k_p и PONCKS.

Раздел 3. Текстура поликристаллических образцов.

3.1. Методы анализа текстуры.

Текстура как преимущественная ориентация кристаллитов в образце.

Феноменологическое описание текстуры, эллиптическая текстура. Модель Марча-Долласа. Правила выбора оси текстурирования. Фундаментальное рассмотрение проблемы, понятие о функции распределения ориентировок (Orientation Distribution Function, ODF). Полюсные фигуры, методы расчета ODF.

3.2. Дифракция рентгеновского излучения на нанообъектах. Влияние микроструктуры образца на вид дифрактограмм.

Три вклада в уширение дифракционных пиков. Инструментальное уширение, коррекция. Дифракция на конечном кристалле. Уширение, обусловленное малым размером областей когерентного рассеяния (ОКР). Формула Шеррера, её ограничения. Уширение, обусловленное микродеформациями. Разделение вкладов, метод Вильямсона-Холла. Реализация в методе Ритвельда, интерпретация профильных коэффициентов. Понятие о методах гармонического анализа (Уоррена-Авербаха). Влияние полидисперсности, подходы к определению распределения по размерам ОКР. Понятие о методе WPPM (Whole Powder Pattern Modeling).

3.3. Электронная и нейтронная дифракция.

Особенности трех дифракционных методов. Специфика электронной дифракции, многократное рассеяние. Дифракция в сходящемся пучке (CBED). Дифракция на прецессирующем пучке. Электронная микроскопия высокого разрешения. CC, CS – коррекция. Две реализации нейтронографического эксперимента: с постоянной длиной волны и времяпролетный (TOF) метод, их сравнение и области применения. Особенности рассеяния нейтронов. Магнитное рассеяние нейтронов. Случаи ферромагнитного и антиферромагнитного упорядочения. Черно-белая (Шубниковская) симметрия. Систематический (теоретико-групповой) подход к определению магнитной структуры (введение). Определение локальной структуры: метод PDF.

3.4. Исследование тонких пленок, рефлектометрия.

Геометрия скользящего пучка (grazing angle geometry). Проблема дефокуса, инструментальное оформление метода. Влияние толщины/плотности пленки на вид дифрактограммы при симметричной дифракции. Текстурирование пленок. Преломление РИ, коэффициент преломления РИ. Явление полного внешнего отражения, понятие о рентгеновской рефлектометрии. Отражение от подложки, системы пленка-подложка,

гетероструктуры. Осцилляции Киссига. Рефлектограмма и ее связь с Фурье-образом распределения электронной плотности в образце.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– физические основы дифракционных методов исследования материалов; математические основы теории дифракции;	+		
2	– особенности дифракции на поликристаллических материалах;		+	
	– особенности аппаратуры для регистрации дифрактограмм;		+	+
	– современные методы анализа дифракционных данных, основы структурного анализа;			+
	Уметь:			
3	– правильно спланировать дифракционный эксперимент (пробоподготовка, оптимальная конфигурация прибора, режим съемки);	+		
4	– выбрать оптимальный метод решения исследовательской задачи, провести первичную обработку дифрактограмм, решать стандартные задачи полнопрофильного анализа.		+	+
	Владеть:			
5	– современными методами анализа дифракционных данных, включая методы полнопрофильного анализа (метод Ритвельда);		+	
6	– программными пакетами для обработки дифрактограмм поликристаллических материалов, навыками определения параметров элементарной ячейки;			+
7	– уточнения кристаллических структур и определения параметров микроструктуры		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения		
8	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	+	+
9	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1. Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики УК-8.2. Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную	+	+

		среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций			
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения			
10	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+

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	Практическое занятие 1 «Симметрия кристаллов и основные данные о кристаллической структуре»	2
2	1	Практическое занятие 2 «Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом»	2
3	1	Практическое занятие 3 «Дифракция на реальных системах»	2
4	1	Практическое занятие 4 «Экспериментальная техника дифракционного эксперимента»	4
5	2	Практическое занятие 5 «Индексирование дифрактограмм. Определение параметров элементарной ячейки неорганических соединений. Знакомство с базой ICDD»	4
6	2	Практическое занятие 6 «Применение дифракции к исследованию структурных фазовых переходов. Метод гомологии»	2
7	2	Практическое занятие 7 «Уточнение кристаллической структуры методом Ритвельда с использованием пакета программ Jana2006»	6
8	2	Практическое занятие 8 «Количественный фазовый анализ»	2
9	3	Практическое занятие 9 «Методы анализа текстуры»	2
10	3	Практическое занятие 10 «Дифракция рентгеновского излучения на нанобъектах»	2
11	32	Практическое занятие 11 «Индексирование электронной дифракции. Уточнение кристаллической структуры по данным нейтронной дифракции»	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;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (5 семестр) и лабораторного практикума.

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 *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 1,2 и 5 составляет 15 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольную работу 3 составляет 7 баллов, за контрольную работу 4- 8 баллов.

Раздел 1. Основы кристаллохимии.

Контрольная работа №1 содержит 5 вопроса, по 3 балла за вопрос.

1. Что такое "идеальный кристалл"? Чем реальная структура кристалла отличается от идеальной?
2. Чем различаются понятия "кристаллическая структура" и "кристаллическая решетка"? Поясните на примере.
3. Нарисуйте следующие векторы направления в кубической элементарной ячейке: $[110]$, $[112]$ и $[-32-1]$. Затем повторите для ромбической решетки с параметрами решетки (2, 3, 4, 90, 90, 90).
4. Приведите координаты всех атомов для кубической элементарной ячейки ГЦК.
5. Какие операции симметрии называются закрытыми?

Контрольная работа №2 содержит 5 вопросов, по 3 балла за вопрос.

1. Какое физическое явление лежит в основе рентгеноструктурного анализа? На чем рассеиваются рентгеновские лучи?
2. Назовите основные положения кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.
3. Теоретическая дифрактограмма. Фактор повторяемости. LPG-фактор.
4. Назовите основные геометрии съемки в порошковой дифракции, источники рентгеновского излучения, основные типы точечных и координатных детекторов рентгеновского излучения.
5. Какие формулы выражают зависимость интенсивности дифракционного луча от кристаллической структуры?

Раздел 2. Первичная обработка дифрактограммы.

Контрольная работа №3 содержит 2 вопроса, 3 балла за теоретический вопрос и 4 балла за практическое задание.

1. Для какой цели используется рентгенофазовый анализ? В чем сущность этого метода?
2. Описать профиль экспериментальной рентгенограммы с учётом дублетности $\text{CuK}\alpha$ -излучения, определить положения пиков на рентгенограмме, их интегральных интенсивностей и полуширин. Провести рентгенофазовый анализ с помощью базы данных ICDD PDF-2, проиндицировать все пики на исследованной рентгенограмме. Уточнить параметры элементарной ячейки.

Контрольная работа №4 содержит 2 вопроса, 4 балла за теоретический вопрос и 4 балла за практическое задание.

1. Математические основы метода Ритвельда. Уточняемые параметры в методе Ритвельда.
2. Уточнить профильные параметры для образца. Уточнить заселенности позиций в твёрдом растворе и провести количественный рентгенофазовый анализ смеси фаз. Подготовить CIF файл.

Раздел 3. Текстура поликристаллических образцов.

Контрольная работа №5 содержит 5 вопросов, по 3 балла за вопрос.

1. Назовите основные методы описания текстуры образцов, причины текстурирования.
2. Какое физическое явление лежит в основе нейтронографии и электронографии? На чем рассеиваются нейтроны и электроны?
3. Какие дифракционные методы (кроме рентгенографии) используются для определения структуры кристаллов? В чем их преимущества и недостатки?
4. Влияние микроструктуры образца на вид дифрактограммы. Приведите примеры.
5. Особенности дифракции на тонких пленках. Рентгеновская рефлектометрия.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 теоретических вопроса и 1 практическое задание. 1 вопрос – 8 баллов, вопрос 2 – 8 баллов, вопрос 3 – 8 баллов, практическое задание – 16 баллов.

1. Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом. Томсоновское и комптоновское рассеяние, фотоэффект.
2. Взаимосвязь симметрии в прямом и обратном пространстве. Закон Фриделя. Лауэ-класс кристалла. Понятие о систематических погасаниях.
3. Влияние микроструктуры образца на вид дифрактограммы. Малость ОКР. Микродеформации. Методы определения размеров ОКР и величины микродеформаций.
4. Кристалл как высокосимметричная система. Операции симметрии для кристаллов, сингонии, пространственные группы.
5. Профильный анализ как вариационная задача. Основные виды профильных функций. Зависимость Кальотти. Методы описания фона. Нелинейный МНК.

6. Понятие об электронной дифракции и электронной микроскопии высокого разрешения.
7. Понятие дифракции рентгеновского излучения. Взаимосвязь амплитуды рассеянного излучения с электронной плотностью системы-рассеивателя.
8. Качественный рентгенофазовый анализ. Основные принципы, базы данных ICDD. Индицирование порошковых дифрактограмм. Автоматическое и ручное индицирование, уточнение параметров элементарной ячейки.
9. Дифракция на тонких пленках. Рентгеновская рефлектометрия.
10. Закон Брегга-Вульфа в векторной и скалярной формах. Трансляционная симметрия и ее влияние на характер дифракции РИ. Сфера Эвальда
11. Дифракция нейтронов. Определение магнитной структуры вещества.
12. Профильный анализ как вариационная задача. Основные виды профильных функций. Зависимость Кальотти. Методы описания фона. Нелинейный МНК
13. Понятие дифракции рентгеновского излучения. Взаимосвязь амплитуды рассеянного излучения с электронной плотностью системы-рассеивателя.
14. Текстура. Методы описания текстуры образцов, причины текстурирования.
15. Понятие об электронной дифракции и электронной микроскопии высокого разрешения.

Примеры практических заданий к экзаменационному билету:

1. Проведение рентгенофазового анализа смеси, состоящей из трех и более компонентов. Определение параметров элементарной ячейки и состава каждого компонента. Составление отчета.
2. Уточнение кристаллической структуры по данным рентгеновской дифракции. Составление отчета в виде CIF файла, письменного отчета, включающие иллюстрации рентгенограмм, таблиц и кристаллических структур.
3. Количественный фазовый анализ методом Ритвельда. Составление отчета.
4. Определение кристаллической структуры по данным нейтронной и рентгеновской дифракции. Составление отчета.
5. Индицирование данных электронной дифракции. Составление отчета.

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 **«Рентгеноструктурный анализ материалов»** проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Рентгеноструктурный анализ материалов	
Билет № 1	
1. Вопрос Понятие дифракции рентгеновского излучения. Взаимосвязь амплитуды рассеянного излучения с электронной плотностью системы-рассеивателя. 2. Вопрос Текстура. Методы описания текстуры образцов, причины текстурирования. 3. Вопрос Понятие об электронной дифракции и электронной микроскопии высокого разрешения.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. V.K. Pecharsky, P.Y. Zavaliy "Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials": Springer (2009)
2. А. Вест «Химия твёрдого тела»: М., Мир (1988) – т.1.
3. Л.М. Ковба, В.К. Трунов «Рентгенофазовый анализ»: М., изд. МГУ (1976)
4. Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов. М., изд-во МГУ, 2006.
5. Порай-Кошиц М.А. Основы структурного анализа химических соединений. М.: Высш. школа, 1989.

Б. Дополнительная литература

1. "The Rietveld method" (Edited by R.A.Young): International Union of Crystallography book series, Oxford University Press (1993)
2. "Structure Determination from Powder Diffraction Data" (Edited by W.I.F. David *et al.*): Oxford University Press (2002)
3. Г.С. Жданов, А.С. Илюшин, С.В. Никитина, «Дифракционный и резонансный структурный анализ»: М., Наука (1980)
4. Дж. Каули, «Физика дифракции»: М., Мир (1979)
5. T. Egami, S.J.L. Billinge, "Underneath the Bragg Peaks: Structural Analysis of Complex Materials": Pergamon Materials Series – vol. 7 (2003)
6. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. М.: Химия, 1978.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

1. L.B. McCusker, R.B. Von Dreele, D.E. Cox, D. Louer, P. Scardi, "Rietveld refinement guidelines", *Journal of Applied Crystallography*, **32**, 36-50 (1999)

2. D. Balzar, N. Audebrand, M.R. Daymond, A. Fitch, A. Hewat, J.I. Langford, A. Le Bail, D. Louer, O. Masson, C.N. McCowan, N. C. Popa, P.W. Stephens and B. H. Toby, "Size-strain line-broadening analysis of the ceria round-robin sample", *Journal of Applied Crystallography*, **37**, 911-924 (2004)
3. Brian H. Toby, "R factors in Rietveld analysis: How good is good enough?", *Powder Diffraction*, **21**, 67-70 (2006)
4. Radovan Cerny, Vincent Favre-Nicolin, "Direct space methods of structure determination from powder diffraction: principles, guidelines and perspectives", *Zeitschrift für Kristallographie*, **222**, 105–113 (2007).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ 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 «Рентгеноструктурный анализ материалов» проводятся в форме лекционных, семинарских 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;
Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы кристаллохимии	<i>Знает:</i> – физические основы дифракционных методов исследования материалов; математические основы теории дифракции; <i>Умеет:</i> – правильно спланировать дифракционный эксперимент (пробоподготовка, оптимальная конфигурация прибора, режим съемки);	Оценка за контрольную работу №1,2 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)
Раздел 2. Первичная обработка дифрактограммы	<i>Знает:</i> – особенности дифракции на поликристаллических материалах; – особенности аппаратуры для регистрации дифрактограмм; <i>Умеет:</i> – выбрать оптимальный метод решения исследовательской задачи, провести первичную обработку дифрактограмм, решать стандартные задачи полнопрофильного анализа. <i>Владеет:</i> – современными методами анализа дифракционных данных, включая методы полнопрофильного анализа (метод Ритвельда); – уточнения кристаллических структур и определения параметров микроструктуры.	Оценка за контрольную работу №3,4 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)
Раздел 3. Текстура поликристаллических образцов	<i>Знает:</i> – особенности аппаратуры для регистрации дифрактограмм; – современные методы анализа дифракционных данных, основы структурного анализа; <i>Умеет:</i> – выбрать оптимальный метод решения исследовательской задачи, провести первичную обработку дифрактограмм, решать стандартные задачи полнопрофильного анализа. <i>Владеет:</i> – программными пакетами для обработки дифрактограмм	Оценка за контрольную работу №5 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)

	поликристаллических материалов, навыками определения параметров элементарной ячейки; – уточнения кристаллических структур и определения параметров микроструктуры.	

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
«Рентгеноструктурный анализ материалов»**

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«РУССКИЙ ЯЗЫК И ДЕЛОВАЯ КОММУНИКАЦИЯ»**

Направления подготовки:

04.03.01 Химия

05.03.06 Экология

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

09.03.04 Программная инженерия

15.03.02 Технологические машины и оборудование

18.03.01 Химическая технология

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

19.03.01 Биотехнология

27.03.01 Стандартизация и сертификация

27.03.05 Инноватика

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

38.03.01 Экономика

45.03.02 Лингвистика

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена:

канд. филол.наук, доцентом, зав.кафедрой русского языка Л.И. Судаковой;

ст. преподавателем кафедры русского языка О.Ф. Будко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры русского языка
«26» июня 2025 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриата по направлению подготовки **бакалавров** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой русского языка РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Русский язык и деловая коммуникация»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую языковую подготовку.

Цель дисциплины – повышение уровня коммуникативной компетенции будущих специалистов в различных сферах, формирование осознанного отношения к своей и чужой речи для реализации своих коммуникативных потребностей на основе принципов эффективности, коммуникативной целесообразности и комфортности, личного достоинства, высокой общей и профессиональной культуры, уважения к другим людям.

Задачи дисциплины:

- способствовать повышению речевой культуры обучающихся;
- развивать языковое чутье учащихся и оценочное отношение к своей и чужой речи;
- способствовать овладению деловым этикетом и навыками профессионального общения;
- развивать коммуникативные способности студентов путём совершенствования речевых навыков всех видов речевой деятельности;
- развивать способности переноса знаний и умений в области речевой коммуникации в практику речевого общения.

Контроль успеваемости студентов по дисциплине **«Русский язык и деловая коммуникация»** 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 формирование следующих универсальных **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижений:

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-4.1. Знает основы деловой коммуникации, правила и закономерности устной и письменной форм речи, требования к деловой коммуникации на русском и иностранном языках. УК-4.2. Умеет применять на практике устную и письменную деловую коммуникацию.

		УК-4.3. Владеет навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- терминологический аппарат речевой коммуникации;
- специфику устной и письменной речи;
- стилевые черты и языковые особенности жанров официально-деловых текстов;
- особенности речевого этикета в условиях межличностного и межкультурного общения, стратегии и тактики делового общения;
- правила подготовки монологической и диалогической публичной речи;

уметь:

- ориентироваться в ситуациях межличностного и публичного общения, понимать и анализировать коммуникативные намерения собеседника, выбирать подходящие языковые средства для достижения своих целей в соответствии с ожиданиями адресата и жанрово-видовыми особенностями общения;
- составлять личные документы и деловые письма в соответствии с нормативными требованиями;
- выступать с устной монологической речью;
- применять стратегии эффективного речевого взаимодействия в диалогическом деловом общении;

владеть:

- навыком трансформации устного текста разговорного стиля речи в текст документа;
- навыками эффективного диалогического и монологического общения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	70	52,5
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	32,2	24,15
Лекции	0,5	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16,2	12,15
Самостоятельная работа	1	40	30
Контактная самостоятельная работа	1	39,8	29,85
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,2	0,15
Вид итогового контроля:	ЗАЧЕТ		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	ВСЕГО	Лекции	Практика	СР
	Раздел 1. Язык и коммуникации	25	4	6	15
1.1.	Роль слова в жизни общества.	5	2	1	2
1.2.	Текст – основа коммуникации.	9	1	2	6
1.3.	Стилистика речи.	11	1	3	7
	Раздел 2. Основы деловой коммуникации	47	12	10	25
2.1.	Понятие деловой коммуникации.	11	2	1	8
2.2.	Культура письменной деловой коммуникации.	17	5	4	8
2.2.1.	Характеристика делового текста: виды стандартизации, структура документа, разновидности документов.	1	1		
2.2.2.	Правила оформления частных документов.	8	2	2	4
2.2.3.	Правила составления деловых писем.	8	2	2	4
2.3.	Стратегии и тактики устной деловой коммуникации.	19	5	5	9
2.3.1.	Знание делового этикета-свобода делового общения.	3	2		1
2.3.2.	Стратегии и тактики подготовки протоально-этикетной монологической речи.	7	1	2	4
2.3.3.	Стратегии и тактики ведения деловых диалогов	9	2	3	4
	ИТОГО	72	16	16	40

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Язык и коммуникация

1.1. Роль слова в жизни общества. Задачи и место курса в подготовке будущего специалиста. Проблема престижа и практической востребованности речевой культуры в наше время. Терминологический аппарат дисциплины: язык, структура национального языка, мировой язык, речь, речевая деятельность, коммуникация=общение, виды коммуникации, коммуникативная ситуация и коммуникативная модель по Р.О. Якобсону.

1.2. Текст – основа коммуникации. Понятие текста. Письменная и устная формы текста и их специфика, монологическая и диалогическая речь. Зависимость построения текста от цели общения (коммуникативной цели). Понятие эффективности общения.

1.3. Стилистика речи. Литературный язык и нелитературные разновидности (жаргонизмы, диалектизмы, просторечие), проблемы сохранения литературного языка, отражение процесса цифровизации в языке и речи. Функциональные стили и многообразие языковых средств, обеспечивающих эффективную коммуникацию в определенной ситуации: официальные и неофициальные ситуации общения, как основы общения. Различия научного и официально-делового стилей речи.

Раздел 2. Основы деловой коммуникации

2.1. Понятие деловой коммуникации. Языковая платформа делового общения и характеристика сферы ее применения. Новые явления в официально-деловом стиле. Строгость норм письменной формы делового общения. Жанры письменной деловой

коммуникации. Канцелярский документ как особый тип текста и его языковые особенности: унификация языка и текста документа, языковые формулы официальных документов; интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи

2.2. Культура письменной деловой коммуникации.. Структура документа; правила составления документов; подготовка информационных и аналитических обзоров и дайджестов. Документы личного пользования (заявление, расписка, доверенность, ходатайство, автобиография, резюме). Служебная корреспонденция (деловое письмо и его виды в зависимости от цели, инструкция, отчеты).

2.4. Стратегии и тактики устной деловой коммуникации. Особенности устной деловой речи (сочетание элементов профессионального, делового и разговорного языков). Деловой речевой этикет и национальные особенности русского речевого этикета. Принцип вежливости Дж. Лича. Постулаты сотрудничества П.Д. Грайса и Р. Лакоф. Законы коммуникации и правила убеждения. Факторы, снижающие эффективность делового общения. Жанровые разновидности устной деловой речи. Правила подготовки протоколно-этикетной монологической речи (приветственное выступление, поздравительное выступление, рекламный текст, представление партнеров и самопрезентация. Стратегии и тактики ведения деловой беседы, собеседования, делового телефонного разговора. Основы межкультурной коммуникации в деловом общении.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
Знать:			
- терминологический аппарат речевой коммуникации;		+	+
- специфику устной и письменной речи;		+	+
- стилевые черты и языковые особенности жанров официально-деловых текстов;			+
- стратегии и тактики делового общения;			+
- правила подготовки монологической и диалогической публичной речи.			+
Уметь:			
- анализировать коммуникативные ситуации, понимать коммуникативные намерения собеседника, выбирать подходящие языковые средства для достижения своих целей в соответствии с ожиданиями адресата и жанрово-видовыми особенностями общения;		+	+
- составлять личные документы и деловые письма в соответствии с нормативными требованиями;			+
- выступать с устной монологической речью;			+
- применять правила и приемы эффективного речевого взаимодействия в диалогическом деловом общении.		+	+
Владеть:			
- навыком трансформации устного текста разговорного стиля речи в текст документа;		+	+
- навыком эффективного диалогического и монологического общения.			+
Код наименования УК	Код индикатора достижения УК		

УК- 4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	УК-4.1. Знает основы деловой коммуникации, правила и закономерности устной и письменной формы речи, требования к деловой коммуникации на русском и иностранном языках	+	+
	УК-4.2. Умеет применять на практике устную и письменную деловую коммуникацию.	+	+
	УК-4.3. Владеет навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№	№раздела дисциплины	Практические занятия	Часы
1.	1	Практическое занятие 1. Анализ коммуникативных ситуаций.	2
2.	1	Практическое занятие 2. Создание письменных текстов разных типов и стилей речи. Трансформация разговорного устного текста в письменную форму официально-делового стиля речи.	2
3.	1	Практическое занятие 3. Анализ языковых особенностей делового текста. Контрольная работа №1: терминологический тест..	2
4.	2	Практическое занятие 4. Правила оформления частных документов: Составление и редактирование заявления, автобиографии и резюме, объяснительной записки, доверенности.	2
5.	2	Практическое занятие 5. <i>Деловая игра «Ведем служебную переписку».</i>	2
6.	2	Практическое занятие 6. Устная контрольная работа № 2: выступление с протольно-этикетной речью.	2
7.	2	Практическое занятие 7. Коммуникативные законы, тактики ведения деловых диалогов.	2
8.	2	Практическое занятие 8. Интерактивная игра «Собеседование с работодателем». Контрольная работа №3.	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета** по дисциплине;
- подготовку к интерактивным формам проведения занятий;
- участие во внеаудиторных мероприятиях РХТУ им. Д. И. Менделеева, совершенствующих речевую культуру студентов (конкурс ораторов, олимпиада по русскому языку, научная студенческая конференция, поэтические уроки).

Планирование времени на самостоятельную работу при изучении дисциплины необходимо осуществлять на весь период изучения так, чтобы студенты могли регулярно повторять пройденный материал, законспектированный на лекциях, 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 трех контрольных работ - 60 баллов (по 20 баллов за каждую контрольную работу), посещение и конспектирование лекций, оценивания подготовки к практическим занятиям - 40 баллов:

- 1) Входное тестирование – 5 баллов;
- 2) редактирование частных документов – 5 баллов;
- 3) составление резюме\самопрезентация - 5 баллов;
- 4) участие в деловой игре «Ведем деловую переписку» - 10 баллов;
- 5) собеседование с работодателем - 5 баллов;
- 6) посещение лекций и семинаров – 10 баллов.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы (составление рефератов не предусмотрено).

8.2. Примеры контрольных вопросов **для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов (20 баллов за каждую).

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе №1: терминологический тест. **Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 2 балла за вопрос.**

Вариант 1.

1. В чем состоит различие понятий «язык» и «речь».
2. Свойства и особенности, которыми характеризуются речь и речевые реакции одного из участников коммуникативной ситуации – или говорящего (адресанта), или слушающего (адресата) - это
3. Опишите этапы становления русского национального языка.
4. Опишите лексику официально-делового стиля речи.
5. Назовите признаки мирового языка.
6. Синоним вербальное общение -
7. Перечислите виды речевой деятельности.
8. Выделите суждения, которые являются правильными (ДА\НЕТ):
 - 1) Манипулятивное воздействие не всегда предосудительно.
 - 2) Доказывать и убеждать – это одно и то же.
 - 3) Коммуникативная позиция говорящего – это степень его влиятельности в общении.
 - 4) Эффективность и результативность общения – это одно и то же.
 - 5) Сильная коммуникативная позиция у того, кто ведет под руку.
 - 6) Литературный язык – высшая форма развития национального языка.

Вариант 2.

1. Перечислите составные части коммуникативной модели.
2. Язык – это
3. Опишите структуру национального русского языка.
4. Приведите три примера жаргонизма.
5. Назовите одну из тенденций изменения русского литературного языка
6. Чем официально-деловой стиль речи отличается от научного стиля речи?
7. Назовите продуктивные виды речевой деятельности.
8. Выделите суждения, которые являются правильными (ДА\НЕТ):
 - 1) Эффективное общение – это такое, при котором сохраняется коммуникативное равновесие.

- 2) Эффективное общение – это такое, которое позволяет достичь предметной, информационной и коммуникативной целей.
- 3) Вертикальное и горизонтальное коммуникативное равновесие допускает несоблюдение принятых в обществе норм общения.
- 4) Краткое речевое обращение обычно эффективнее развернутого.
- 5) Слабая коммуникативная позиция у того, кто одет в черное.
- 6) Пассивные конструкции часто используются при составлении делового текста.

Критерии оценки терминологического теста

Процент правильных ответов	До 60 и ниже	61-80	81-100
Количество баллов за решенный тест	От 11	12- 17	18-20

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 1 задание по составлению вида протольно-этикетной речи:

Вариант 1.

1. Вы представитель студенческого совета. Составьте текст выступления - приветствие первокурсников на первом собрании 1 сентября и произнесите речь, соблюдая правила протокола.

Вариант 2.

1. Вы декан вашего факультета. Составьте текст выступления – представление гостя, который будет выступать с лекцией о новостях в сфере вашей специальности (данные все придумайте сами) и произнесите речь, соблюдая правила протокола.

Схема оценки протольно-этикетной речи – 20 баллов

2б. - Вступление: Соответствие аудитории Обращение + Прием привлечения внимания

4б. - Структура речи: Характеристика повода, события, в чью честь.. Объяснение, почему вы говорите Эмоциональная похвала в адрес тех, кого приветствуете, поздравляете Эмоциональные пожелания в адрес слушателей Возвеличивание лица при поздравлении Характеристика лица, которого представляете: (где работает, учится, чем занимается, откуда прибыл, что связывает с данной организацией, качества и достижения) Благодарность за встречу Объявление программы встречи...

1б. - Заключение: Призыв\совет купить Эмоциональ-ное пожелание Передача слова гостю

1б. - Соответствие поведения роли: Искренность Эмоциональность Оригинальность

9 б. - Говорение: Контактирование с аудиторией: зрительное, словесное (приемы диалогизации), без опоры на письменный текст

2 б. - Техника речи: Темп, громкость, дикция

1б - Регламент : соответствие жанру (1-3 минуты)

Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа представляет собой комплексный тест, содержащий 15 вопросов.

Время на проведение тестирования – 15–20 минут.

Критерии оценки тестовых заданий.

Процент правильных ответов	Оценка «удовлетворительна» 60 -75%	Отметка «хорошо» 75-90 %	Отметка «отлично» 90-100%
Количество баллов за выполненный тест	12-15	15-18	18- 20

Ниже 60% - высчитывается.

Вариант 1.

Тест № 1

1. Какие требования предъявляются к языку и стилю документов:
 - 1) однозначность используемых слов и терминов;
 - 2) соблюдение лексических, грамматических, стилистических норм;
 - 3) использование эмоционально-экспрессивной лексики;
 - 4) смысловая достаточность и лаконичность текста.
2. Какие знаки препинания не используются в служебных документах?
 - 1) двоеточие;
 - 2) многоточие;
 - 3) восклицательный знак;
 - 4) точка.
3. При выборе формы обращения в документе учитывается:
 - 1) служебное положение адресата;
 - 2) сфера деятельности адресата;
 - 3) степень личного знакомства;
 - 4) физическое состояние адресата.
4. Какие языковые формулы выражают мотив создания документа?
 - 1) в ответ на Ваш запрос сообщаем...
 - 2) в подтверждение нашей договоренности...
 - 3) в соответствии с письмом заказчика...
 - 4) приказываю создать комиссию в составе...
5. Какие языковые формулы выражают распоряжение, приказ?
 - 1) поздравляем Вас...
 - 2) обязать руководителей всех подразделений университета...
 - 3) изыскать дополнительные возможности для...
 - 4) в целях обмена опытом направляем в Ваш адрес...
6. Найдите словосочетание без тавтологии:
 - 1) свободная вакансия
 - 2) главная суть
 - 3) очевидный факт
 - 4) сервисное обслуживание
7. Выберите правильно построенные словосочетания:
 - 1) продвигать кого-либо по должности
 - 2) арендная выплата
 - 3) подвести результат
 - 4) принять меры
8. Найдите словосочетание без тавтологии:
 - 1) хронометраж времени
 - 2) главный приоритет
 - 3) заразная инфекция
 - 4) новый файл
9. Укажите словосочетание, которому свойственна окраска официально-делового стиля:
 - 1) чудесный случай
 - 2) дипломная работа
 - 3) установленный порядок
 - 4) сделать работу
10. К личной документации не относится:
 - 1) заявление;
 - 2) доверенность;
 - 3) расписка;
 - 4) деловое письмо
11. Какие языковые формулы выражают распоряжение, приказ?

- 1) поздравляем Вас...
 - 2) обязать руководителей всех подразделений университета...
 - 3) изыскать дополнительные возможности для...
 - 4) в целях обмена опытом направляем в Ваш адрес...
12. Формуляр – это:
- 1) обязательный признак документа;
 - 2) совокупность реквизитов документа;
 - 3) результат стандартизации языка деловых бумаг;
 - 4) условное графическое обозначение, зарегистрированное в установленном порядке.
13. К общим функциям документа НЕ относится:
- 1) информационная;
 - 2) социальная;
 - 3) коммуникативная;
 - 4) управленческая
14. К распорядительным документам не относится:
- 1) приказ
 - 2) постановление
 - 3) акт
 - 4) распоряжение
15. Укажите слово с синтаксической ошибкой:
- 1) благодаря условия
 - 2) ввиду обстоятельств
 - 3) в отношении к делу
 - 4) согласно приказу

16. Не находят применения в официально-деловом стиле части речи:

- 1) определительные местоимения;
- 2) неопределенные местоимения;
- 3) отглагольные существительные;
- 4) краткие прилагательные.

Вариант 2.

Тест № 2

1. Неверным является утверждение: Официально-деловой стиль ещё называют...

- 1) деловым;
- 2) административным;
- 3) государственным;
- 4) официальным.

2. Определите, какие стилиевые черты присущи официально-деловому стилю речи:

- 1) Смысловая точность.
- 2) Эмоциональность,
- 3) Призывность.
- 4) Образность.

3. Какова цель сообщения текстов официально-делового стиля?

- 1) Создание картин и образов.
- 2) Непосредственное повседневное общение.
- 3) Убеждение, воздействие на слушателя.
- 4) Точная передача информации.

4. Какие языковые средства характерны для официально-делового стиля?

- 1) Наоборот.
- 2) Толстенный.
- 3) Демократизация общества.
- 4) Принять меры.

5. Определите жанр официально-делового стиля речи:

- 1) Беседа.
- 2) Заявление.

3) Доклад.

4) Репортаж.

6. Каковы синтаксические особенности текстов официально-делового стиля?

- 1) Риторические вопросы.
- 2) Неполные предложения.
- 3) Конструкции с производными предлогами.
- 4) Обращения к читателям.

7. Какой признак не является обязательным для официально-делового стиля?

- 1) оценочность;
- 2) наличие реквизита;
- 3) стандартизованность;
- 4) объективность изложения.

8. Какие слова не употребляются в официально-деловом стиле?

- 1) аббревиатура и сложносокращенные слова;
- 2) речевые штампы;
- 3) разговорная лексика;
- 4) общеупотребительные слова.

9. Выберите правильно построенные словосочетания:

- 1) придавать большое внимание
- 2) повышать в должности
- 3) подвести результат
- 4) вести деятельность

10. В официально-деловых текстах неуместно употребление предложно-падежной формы:

- 1) из-за болезни,
- 2) по причине болезни,
- 3) вследствие болезни,
- 4) в связи с болезнью.

11. Сниму под офис небольшое помещение в центре города

Текст является фрагментом:

- 1) заявления,
 - 2) объяснительной записки,
 - 3) объявления,
 - 4) протокола.
12. К группе деловая переписка не относится:
- 1) предложение,
 - 2) подтверждение,
 - 3) запрос,
 - 4) резюме.
13. Документ, подтверждающий получение каких-либо материальных ценностей, – это:
- 1) доверенность,
 - 2) расписка,
 - 3) автобиография,
 - 4) резюме.
14. К группе деловых бумаг служебного характера относится:
- 1) объяснительная записка,
 - 2) характеристика,
 - 3) справка,
 - 4) резюме.
15. Чтобы приобрести какие-нибудь товары, необходимо написать
- 1) извещение,
 - 2) заявление,
 - 3) заказ,
 - 4) докладную записку.
16. Какой документ не входит в группу информационно-справочных:
- 1) служебная записка
 - 2) справка
 - 3) протокол
 - 4) акт

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. Введенская Л.А., Павлова Л.Г., Кашаева Е.А. Русский язык. Культура речи. Деловое общение (для бакалавров). Учебник. – Изд-во «КноРусс». – 2024 – 424 с. ISBN 978-5-406-06518-1
2. Культура устной и письменной речи делового человека: Справочник-практикум. М.: Флинта; Наука. – 2018. – 315 с.
3. Кузин Ф.А. Культура делового общения: Практическое пособие.- 6-е изд., перераб.и доп.- М.: Ось-89, 2010. – 320с.:ил. (Электронный ресурс) <https://knigogid.ru/books/102811-kultura-delovogo-obscheniya/toread>

Б. Дополнительная справочная литература

4. Гойхман О.Я., Надеина Т.М. Речевая коммуникация. Учебник. Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2023. – 286с. ISBN-онлайн: 978-5-16-104783-5 «Речевая коммуникация» — читать в электронно-библиотечной системе Znanium
5. Зинковская Н. Я. Культура научной и деловой речи. Нормативный текст : учебное пособие / Н. Я. Зинковская, Н. И. Колесникова, Т. Л. Мистюк, Т. Г. Ольховская; под ред.

Н. И. Колесниковой. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 76 с.- Текст : электронный // ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/152381>

6. Карнеги Д. Большой секрет искусства общения с людьми.

5. Стернин И.А. Введение в речевое воздействие. Воронеж.- 2001г. - 227 с. <http://sterninia.ru/>

6. Химик В.В. «Коммуникативно-речевые идеалы современного чиновника» //Филологический класс, 24/2010. - С.45-48.

7. Формановская Н. И. Русский речевой этикет: нормативный социокультурный контекст.– М.: Рус. яз.,– 2018. – 160с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Грамматика русского языка- электронная версия Академической грамматики русского языка, составленной Академией наук СССР (Институт русского языка) - [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://rusgram.narod.ru>
- Грамота.ру - справочно-информационный интернет-портал «Русский язык» - [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.gramota.ru>
- Словари.Ру - ресурс, содержащий обширную коллекцию онлайн-словарей русского языка -[Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.slovari.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- ☐ компьютерные презентации лекций и практических занятий – 16 (общее число слайдов – 250);
- ☐ банк тестовых заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины (онлайн-курс «Деловая коммуникация» в Moodle); <https://study.muctr.ru/course/view.php?id=592>
- ☐ разработанные сценарии интерактивных практических занятий (деловые игры: «Работодатель выбирает резюме», «Собеседование с работодателем»; работа в команде «Ведем деловую переписку»).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)

Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

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

№	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.	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. Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
3.	Научные журналы РАН	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. г. № 1080 Бессрочно	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025 Бессрочно

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 «*Русский язык и деловая коммуникация*» проводятся в форме лекций, семинаров и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения практических занятий оборудована 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:

Информационно-методические материалы: раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD. проектор.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

- Электронный курс-онлайн «Деловые коммуникации» в Moodle. (автор О.Ф. Будко): <https://study.muctr.ru/course/view.php?id=592>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: - Word - Excel - Power Point - Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

– 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

**«Русский язык и деловая коммуникация»
основной образовательной программы
по всем направлениям бакалавриата
Форма обучения: очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № от « » 22 г.
		протокол заседания Ученого совета № от « » 22 г.
		протокол заседания Ученого совета № от « » 22 г.
		протокол заседания Ученого совета № от « » 22 г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современный неорганический синтез»

**Направление подготовки
04.03.01.Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры Сколтех д.х.н. Кузнецовым В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестров.

Дисциплина **«Современный неорганический синтез»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области теоретической неорганической химии, физической химии.

Цель дисциплины – сформировать у учащихся целостное представление о современных методах неорганического синтеза и сформировать необходимые экспериментальные навыки в области неорганического синтеза

Задачи дисциплины –

- расширение и углубление общетеоретических знаний по химии, представлений о закономерностях протекания реакций, о составе, строении и свойствах неорганических веществ

- ознакомление студентов с методами синтеза различных классов соединений на основе теоретических знаний

- развитие общих лабораторных приемов работы, навыков работы с приборами

- обучение технике проведения неорганического синтеза, планированию синтеза, методам идентификации неорганических соединений, работе со справочными пособиями.

Дисциплина **«Современный неорганический синтез»** 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 (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Корректировка и разработка методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции.
- основные методы выделения веществ из реакционных смесей. Использование фазовых диаграмм в неорганическом синтезе.
- типы химических реакций, используемых в неорганическом синтезе
- общие принципы получения металлов, неметаллов и основных классов неорганических соединений.

Уметь:

- выбрать рациональный способ синтеза соединения
- пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения
- разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике

Владеть:

- современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки веществ

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.6	128	96
Лекции	1.8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1.4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	0.3
Подготовка к экзамену.		35.6	26.7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Теоретические основы неорганического синтеза	39	14	14		11
1.1	Предмет, цель и задачи неорганического синтеза	5,5	2	2		1,5
1.2	Выделение веществ из гомогенных и гетерогенных смесей	11	4	4		3
1.3	Декантация	11	4	4		3
1.4	Лиофилизация.	11,5	4	4		3,5
2.	Раздел 2. Реакции синтеза неорганических веществ	45	16	16		13
2.1	Основные типы реакций неорганического синтеза	11,5	4	4		3,5
2.2	Гидролиз и его значение в синтезе неорганических соединений	11,5	4	4		3,5
2.3	Окислительно-восстановительные реакции в неорганическом синтезе	11	4	4		3
2.4	Реакции в твёрдой фазе	5,5	2	2		1,5
2.5	Реакции с участием газов	5,5	2	2		1,5
3.	Раздел 3. Общие принципы синтеза неорганических соединений	45	16	16		13
3.1	Синтез кислот, оснований и солей	11	4	4		3
3.2	Получение галогенидов, сульфатов, сульфитов, сульфидов	11	4	4		3
3.3	Получение нитратов, карбонатов, основных, двойных и комплексных солей	11,5	4	4		3,5
3.4	Получение кислот, щелочей и нерастворимых оснований	11,5	4	4		3,5
4.	Раздел 4. Получение металлов и неметаллов в неорганическом синтезе	51	18	18		15
4.1	Восстановление оксидов	11	4	4		3
4.2	Восстановление металлов	11.	4	4		3
4.3	Электролиз расплавов и растворов солей	11	4	4		3
4.4	Получение высокочистых металлов	6	2	2		2
4.5	Получение хлора, брома, йода, кислорода, азота, водорода	11	4	4		3
	ИТОГО	180	64	64		52
	Экзамен (если предусмотрен УП)	36				
	ИТОГО	216				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы неорганического синтеза

Предмет, цель и задачи неорганического синтеза; основные этапы синтеза неорганических веществ. Подготовка и смешивание реагентов. Активация реакционной смеси, влияние температуры и давления на скорость реакции. Выделение веществ из гомогенных и гетерогенных смесей. Декантация. Использование фазовых диаграмм для выбора оптимального метода выделения продукта реакции. Очистка целевого продукта. Высушивание и хранение веществ. Лиофилизация.

Раздел 2. Реакции синтеза неорганических веществ

Основные типы реакций неорганического синтеза. Использование реакций ионного обмена в практике неорганического синтеза. Гидролиз и его значение в синтезе неорганических соединений. Золь-гель процесс. Применение окислительно-восстановительных реакций в неорганическом синтезе. Важнейшие окислители и восстановители. Реакции комплексообразования и их использование для получения неорганических веществ. Реакции в твёрдой фазе. Реакции с участием газов.

Раздел 3. Общие принципы синтеза неорганических соединений

Синтез кислот, оснований и солей. Получение галогенидов, сульфатов, сульфитов, сульфидов, нитратов, карбонатов, основных, двойных и комплексных солей, кислот, щелочей и нерастворимых оснований – конкретные примеры и условия синтеза.

Раздел 4. Получение металлов и неметаллов в неорганическом синтезе

Восстановление оксидов, хлоридный метод, металлотермия. Восстановление металлов из расплавов и растворов солей электрохимическим методом. Электролиз расплавов и растворов солей. Транспортные реакции. Получение высокочистых металлов. Получение хлора, брома, йода, кислорода, азота, водорода в лаборатории и в промышленном масштабе.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции.	+	+	+	+
2	– основные методы выделения веществ из реакционных смесей. Использование фазовых диаграмм в неорганическом синтезе.	+		+	+
3	– типы химических реакций, используемых в неорганическом синтезе		+	+	+
4	– общие принципы получения металлов, неметаллов и основных классов неорганических соединений.			+	+
	Уметь:				
5	– выбрать рациональный способ синтеза соединения	+	+	+	+
6	– пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения	+	+	+	+
7	– разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике	+	+	+	+
	Владеть:				
8	– современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки веществ.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
11	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными	+	+	+

		методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами				

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	Предмет, цель и задачи неорганического синтеза	2
2	1	Выделение веществ из гомогенных и гетерогенных смесей	4
3	1	Декантация	4
4	1	Лиофилизация	4
5	2	Основные типы реакций неорганического синтеза	4
6	2	Гидролиз и его значение в синтезе неорганических соединений	4
7	2	Окислительно-восстановительные реакции в неорганическом синтезе	4
8	2	Реакции в твёрдой фазе	2
9	2	Реакции с участием газов	2
10	3	Синтез кислот, оснований и солей	4
11	3	Получение галогенидов, сульфатов, сульфитов, сульфидов	4
12	3	Получение нитратов, карбонатов, основных, двойных и комплексных солей	4
13	3	Получение кислот, щелочей и нерастворимых оснований	4
14	4	Восстановление оксидов	4
15	4	Восстановление металлов	4
16	4	Электролиз расплавов и растворов солей	4
17	4	Получение высокочистых металлов	2
18	4	Получение хлора, брома, йода, кислорода, азота, водорода	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Современный неорганический синтез*» 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 *экзамена* (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 60 баллов) и итогового контроля в форме **экзамен** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (7 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1,2 Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Высушивание веществ в неорганическом синтезе. Применение фазовых диаграмм. Лиофилизация.
2. Использование окислительно-восстановительных реакций в неорганическом синтезе. Важнейшие окислители в растворах (кислых и щелочных) и твердой фазе.

Раздел 3,4 Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Получение летучих ковалентных галогенидов неметаллов и металлов в высоких степенях окисления.
2. Получение щелочных металлов вакуумотермическим методом.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.
1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Основные этапы синтеза неорганических веществ.
2. Подготовка и смешивание реагентов.
3. Активация реакционной смеси, влияние температуры и давления на скорость реакции.
4. Выделение веществ из гомогенных и гетерогенных смесей.
5. Декантация.

- 6.Использование фазовых диаграмм для выбора оптимального метода выделения продукта реакции.
- 7.Очистка целевого продукта.
- 8.Высушивание и хранение веществ.
- 9.Лиофилизация.
- 10.Основные типы реакций неорганического синтеза.
- 11.Использование реакций ионного обмена в практике неорганического синтеза.
- 12.Гидролиз и его значение в синтезе неорганических соединений.
- 13.Золь-гель процесс.
- 14.Применение окислительно-восстановительных реакций в неорганическом синтезе.
- 15.Важнейшие окислители и восстановители.
- 16.Реакции комплексообразования и их использование для получения неорганических веществ.
- 17.Реакции в твёрдой фазе.
- 18.Реакции с участием газов.
- 19.Синтез кислот, оснований и солей.
- 20.Получение галогенидов, сульфатов, сульфитов, сульфидов, нитратов, карбонатов, основных, двойных и комплексных солей, кислот, щелочей и нерастворимых оснований – конкретные примеры и условия синтеза.
- 21.Восстановление оксидов, хлоридный метод, металлотермия.
- 22.Восстановление металлов из расплавов и растворов солей электрохимическим методом.
- 23.Электролиз расплавов и растворов солей.
- 24.Транспортные реакции. Получение высокочистых металлов.
- 25.Получение хлора, брома, йода, кислорода, азота, водорода в лаборатории и в промышленном масштабе.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (7 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Современный неорганический синтез*» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Современный неорганический синтез	
Билет № 1	
1. Физико-химические основы дистилляции. Использование фазовых диаграмм для	

выделения веществ из реакционной смеси методом дистилляции.

2. Синтез безводного хлорида алюминия. Схема прибора и условия проведения процесса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Неорганическая химия. Практикум/ Е.И. Ардашникова, Е.Д. Демидова, В.А. Алешин; под ред. А.В. Шевелькова. – М. Лаборатория знаний. 2021. – 473 с., ил.

Б. Дополнительная литература

1. Руководство по неорганическому синтезу. Т. 2./ под ред. Г. Брауэра. М. : Мир. 1985. □ 338 с.
2. Синтезы неорганических соединений. Т. 2. / под ред. У. Джолли. М. : Мир. 1967. – 439 с.
3. Карякин Ю. В., Ангелов И. И. Чистые химические вещества. М. : Химия. 1974. – 408 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:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ) ISSN 0869-5873;

Политематические базы данных (БД):

- США: CAPLUS; COMPENDEX;
- Великобритания: INSPEC;
- Франция: PASCAL.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 235);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200).

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 «*Современный неорганический синтез*» проводятся в форме лекционных, семинарских 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наименование раздела	<i>Знает:</i> – способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции. – основные методы выделения веществ из реакционных смесей. Использование фазовых диаграмм в неорганическом синтезе. <i>Умеет:</i> – выбрать рациональный способ синтеза соединения – пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения – разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике <i>Владеет:</i> – современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки веществ.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)
Раздел 2. Наименование раздела	<i>Знает:</i> – способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции. – типы химических реакций, используемых в неорганическом синтезе <i>Умеет:</i> – выбрать рациональный способ синтеза соединения – пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения – разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике <i>Владеет:</i> – современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки веществ.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)

Раздел 3. Наименование раздела	<i>Знает:</i> – способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции. – основные методы выделения веществ из реакционных смесей. Использование фазовых диаграмм в неорганическом синтезе. – типы химических реакций, используемых в неорганическом синтезе – общие принципы получения металлов, неметаллов и основных классов неорганических соединений. <i>Умеет:</i> – выбрать рациональный способ синтеза соединения – пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения – разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике <i>Владеет:</i> – современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки веществ.	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр) Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 4. Наименование раздела	<i>Знает:</i> – способы активации реакционной смеси. Влияние температуры на скорость химических реакции. – основные методы выделения веществ из реакционных смесей. Использование фазовых диаграмм в неорганическом синтезе. – типы химических реакций, используемых в неорганическом синтезе <i>Умеет:</i> – выбрать рациональный способ синтеза соединения – пользоваться физико-химическими диаграммами, разработать оптимальную стратегию выделения и очистки соединения – разработать и собрать прибор для получения соединения, осуществить синтез неорганического соединения на практике <i>Владеет:</i>	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр) Оценка за экзамен (7 семестр)

	– современными приемами неорганического синтеза, получения и очистки 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 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
«Современный неорганический синтез»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Спектральные методы исследования в химии и материаловедении»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Сколтеха к.х.н. И. В. Ивановым и доцентом кафедры Сколтеха к.х.н. А. Н. Морозовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Спектральные методы исследования в химии и материаловедении»** относится части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей физики.

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с основными принципами современных методов исследования веществ и материалов.

Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний и представлений о фундаментальных законах и основных методах исследования физико-химических свойств и структуры сложных веществ и материалов;
- привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач;

Дисциплина **«Спектральные методы исследования в химии и материаловедении»** преподается в 4 и 5 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:**

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				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами
			ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	
			ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества;
- методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований;
- специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;
- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных;

Уметь:

- планировать стратегию установления строения вещества;
- рационально сочетать различные методы исследования строения вещества;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества;
- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений

Владеть:

- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;
- методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;
- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов.
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4 семестр		5 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	324	3	108	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	192	1,8	64	3,6	128
Лекции	2,7	96	0,9	32	1,8	64
Практические занятия (ПЗ)	2,7	96	0,9	32	1,8	64
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,6	96	1,2	44	1,4	52
Контактная самостоятельная работа	2,6	0,4	1,2	0,4	1,4	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6		43,6		52
Виды контроля:						
Зачёт с оценкой			+	+	-	-
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			
			4 семестр		5 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	243	3	81	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	145,8	1,8	48,6	3,6	97,2
Лекции	2,7	72,9	0,9	24,3	1,8	48,6
Практические занятия (ПЗ)	2,7	72,9	0,9	24,3	1,8	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,6	70,8	1,2	33	1,4	37,8
Контактная самостоятельная работа	2,6	0,3	1,2	0,3	1,4	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		40,5		32,7		37,8
Виды контроля:						
Зачёт с оценкой			+	+	-	-
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

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
	4 семестр					
1.	Раздел 1.ВВЕДЕНИЕ	39	12	12		15
1.1	Общая характеристика и классификация методов исследования	13	4	4		5
1.2	Природа электромагнитного излучения.	13	4	4		5
1.3	Классификация спектральных методов по длинам волн	13	4	4		5
2.	Раздел 2. МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ	69	20	20		29
2.1	Области применения масс-спектрометрии	7	2	2		3
2.2	Методы ионизации молекул	7	2	2		3
2.3	Основные характеристики масс-спектрометров	7	2	2		3
2.4	Теория ионизации молекул	7	2	2		3
2.5	Типы ионов	7	2	2		3
2.6	Структурно-аналитические задачи	34	10	10		14
	ИТОГО		32	32		44
	5 семестр					
3.	Раздел 3. СПЕКТРОСКОПИЯ В ВИДИМОЙ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ (УФ) ОБЛАСТЯХ	68	24	24		20
3.1	Техника спектроскопии в видимой и УФ областях	17	6	6		5
3.2	Спектры поглощения в видимой и УФ-областях	17	6	6		5
3.3	Теория поля лигандов	17	6	6		5
3.4	Люминесценция	17	6	6		5
4	Раздел 4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.	28	10	10		8
4.1	Дисперсия оптического вращения.	11	4	4		3
4.2	Оптический круговой дихроизм	17	6	6		5
5	Раздел 5. КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	51	18	18		15
5.1	Квантовомеханический подход	17	6	6		5
5.2	Инфракрасная спектроскопия .	17	4	4		4
5.3	Спектроскопия комбинационного рассеяния	17	4	4		3
5.4	Специфичность колебательных спектров		4	4		3
6	Раздел 6.ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС	33	12	12		9
6.1	Явление ядерного магнитного	11	4	4		3

	резонанса.					
6.2	Динамический ЯМР.	<i>11</i>	<i>4</i>	<i>4</i>		<i>3</i>
6.3	Двойной резонанс.	<i>11</i>	<i>4</i>	<i>4</i>		<i>3</i>
	ИТОГО	180	64	64		52
	Экзамен	36				
	ИТОГО	216				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 4.

Раздел 1. Введение

1.1. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов. Методы химические и физические. Методы спектральные и не спектральные. Прямая и обратная задачи.

1.2. Природа электромагнитного излучения. Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Различные типы взаимодействия излучения с веществом. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина). Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих соответствующую спектральную область.

1.3. Классификация спектральных методов по длинам волн (гамма-резонанс, рентгеновская, УФ, видимая, ИК, микроволновая, радиоспектроскопия), по природе переходов (ядерные, электронные, колебательные, вращательные спектры, ЯМР, ЭПР, ЯКР), по типу взаимодействия (спектры поглощения, испускания, рассеяния). Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.

Раздел 2. МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ

2.1. Области применения масс-спектрометрии и ограничения метода.

Конструкция и основные типы масс-спектральных приборов. Системы ввода пробы газов, жидкостей и твердых веществ. Источники ионов. Анализаторы масс (магнитные, ионный циклотронный резонанса, времяпролетные). Системы регистрации ионов, система сбора и обработки данных. Спектроскопия активирующих столкновений, МС/МС техника.

2.2. Методы ионизации молекул (ионизация электронами, фото ионизация, полевая ионизация и десорбция, атомная бомбардировка, электроспрей, матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация (МАЛДИ), резонансный захват электронов);

2.3. Основные характеристики масс-спектрометров (чувствительность, разрешающая способность, точность измерения масс и интенсивностей пиков, быстродействие).

2.4. Теория ионизации молекул и диссоциации ионов в газовой фазе. Основные положения квазиравновесной теории масс-спектров. Диссоциативная ионизация.

2.5. Типы ионов (положительные, отрицательные, многозарядные, молекулярные, фрагментные), перегруппировки.

2.6. Структурно-аналитические задачи: установление элементного состава и строения молекул; изотопный анализ; качественный и количественный анализ смесей, хроматомасс-спектрометрия; определение микропримесей.

Семестр 5.

Раздел 3. СПЕКТРОСКОПИЯ В ВИДИМОЙ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ (УФ) ОБЛАСТЯХ

3.1. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Конструкция приборов (монохроматоры, спектрофотометры; однолучевые и двухлучевые приборы). Источники

излучения, оптические материалы, детекторы. Используемые растворители. Способы изображения спектров.

3.2. Спектры поглощения в видимой и УФ-областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Классификация и отнесение электронных переходов в органических молекулах ($\sigma\text{-}\sigma^*$, $\sigma\text{-}\pi^*$, $\pi\text{-}\pi^*$, $n\text{-}\pi^*$ и др. переходы). Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Симметрия и номенклатура электронных состояний. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора для электронных переходов. Специфика электронных спектров поглощения различных классов органических соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения. Спектры ароматических соединений. Спектры координационных соединений. d-d-переходы, переходы с переносом заряда.

3.3. Теория поля лигандов. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Анализ смесей, определение состава комплексов, определения констант диссоциации кислот. Изучение равновесий, изобестические точки. Биологические и биохимические приложения УФ-видимой спектроскопии. Спектры испускания в УФ и видимой области.

3.4. Люминесценция (флуоресценция и фосфоресценция). Фотофизические процессы в молекуле. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия. Основные характеристики люминесценции, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции. Влияние температуры на спектры испускания. Спектры Шпольского. Практическое использование люминесцентного анализа.

Раздел 4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.

4.1. Дисперсия оптического вращения. Круговая поляризация луча света. Вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Спиральная модель оптической активности. Вращательная сила перехода. Условия вращения плоскости поляризации. Дисперсия оптического вращения. Эффект Коттона — аномальная дисперсия. Схема эксперимента. Применения к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ. Правило октантов.

4.2. Оптический круговой дихроизм. Уравнение поглощения света. Коэффициент экстинкции и молярного поглощения. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического кругового дихроизма от длины волны. Схема измерений кругового дихроизма. Область применения в стереохимии и электронном строении оптически активных веществ. Сравнение с дисперсией оптического вращения и УФ спектроскопией.

Магнитный КД. Физические основы метода и параметры. Преимущества и трудности метода.

Раздел 5. КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

5.1. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Колебания двухатомных молекул. Гармоническое и ангармоническое приближение. Факторы влияющие на частоту колебания — масса атомов и силовые коэффициенты. Колебания многоатомных молекул. Число колебаний. Основные колебания, обертоны и составные частоты. Частоты и формы колебаний. Естественные координаты. Нормальные колебания. Классификация молекулярных колебаний по симметрии. Определение числа колебаний для разных типов симметрии.

5.2. Два основных метода изучения колебательных спектров: инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (КР).

Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР. Изменение дипольного момента и поляризуемости молекул. Сравнение методов ИК-спектроскопии и КР для исследования молекулярных структур. Поляризация полос в спектрах КР. Сопоставление данных ИК и КР спектров для определения структуры молекул. Влияние агрегатного состояния и растворителей на спектры. Особенности спектров кристаллов. Статическое и динамическое (давыдовское) расщепление полос в спектрах кристаллов. Резонанс Ферми.

5.3. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Характеристические частоты различных связей и групп атомов в молекуле. Характеристические колебания основных классов молекул. Применение колебательных спектров для определения структур органических, неорганических и координационных соединений. Исследования химических процессов - динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций, водородных связей и др. Влияние изотопозамещения на колебательные спектры.

5.4. Специфичность колебательных спектров. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, для качественного и количественного анализов и другие применения в химии.

Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, источники излучения, детекторы, прозрачные материалы. Приготовление образцов и методы измерения спектров. Инфракрасные фурье-спектрометры. Преимущества фурье-спектрометров по сравнению с классическими спектральными приборами.

Аппаратура спектроскопии КР, источники света, детекторы. Преимущества лазерных источников возбуждения.

Раздел 6. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

6.1. Явление ядерного магнитного резонанса. Квантово-механическое и классическое описание явления. Уравнение резонанса. Понятие химического сдвига в спектроскопии ЯМР, константа экранирования и ее составляющие. Эталоны в ЯМР. Понятие спин-спинового взаимодействия в спектроскопии ЯМР, константы спин-спинового взаимодействия и их связь со строением молекул.

Релаксационные процессы в спектроскопии ЯМР. Понятие о спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Экспериментальное определение времен релаксации T_1 и T_2 .

6.2. Понятие о динамическом ЯМР, примеры динамических процессов, исследованных методом ДЯМР. Временная шкала метода ДЯМР.

Устройство простейшего и современного ЯМР спектрометров, CW-и импульсная методики регистрации спектров ЯМР.

Проявление хиральности в спектрах ЯМР. Гомотопные, энантиотопные и диастереотопные группы. Классификация спиновых систем в ЯМР, правила анализа первого порядка, слабо- и сильносвязанные спиновые системы, знаки КССВ.

Химические сдвиги гетероядер и константы спин-спинового взаимодействия с участием гетероядер (^{13}C , ^{19}F , ^{31}P , переходные и непереходные металлы). Эталоны для определения химических сдвигов гетероядер.

6.3. Эксперименты по двойному резонансу. Ядерный эффект Оверхаузера. Одномерные ЯМР эксперименты, использующие сложные импульсные последовательности (INEPT, DEPT, JMODECHO). Понятие о двумерной корреляционной спектроскопии ЯМР, основные методики – ^1H , ^1H и ^{13}C , ^1H COSY, NOESY, EXSY.

ЯМР парамагнитных соединений. Динамическая и химическая поляризация ядер.
Твердотельная спектроскопия ЯМР.

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	-базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества;	+	+	+	+	+	+
2	-методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований;	+	+	+	+	+	+
	- специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;	+	+	+	+	+	+
	- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных;	+	+	+	+	+	+
	Уметь:						
3	- планировать стратегию установления строения вещества;	+	+	+	+	+	+
4	- рационально сочетать различные методы исследования строения вещества;	+	+	+	+	+	+
5	- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества;			+	+	+	+
6	- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений			+	+	+	+
	Владеть:						
7	- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;	+	+	+	+	+	+
8	- методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;	+	+	+	+	+	+
9	- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов.			+	+	+	+
10	- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.			+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					

11	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+	+	+	+
		ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
4 семестр			
1	1	Общая характеристика и классификация методов исследования	4
2	1	Природа электромагнитного излучения.	4
3	1	Классификация спектральных методов по длинам волн	4
4	2	Области применения масс-спектрометрии	2
5	2	Методы ионизации молекул	2
6	2	Основные характеристики масс-спектрометров	2
7	2	Теория ионизации молекул	2
8	2	Типы ионов	2
9	2	Структурно-аналитические задачи	2
5 семестр			
10	3	Техника спектроскопии в видимой и УФ областях	6
11	3	Спектры поглощения в видимой и УФ-областях	6
12	3	Теория поля лигандов	6
13	3	Люминесценция	6
14	4	Дисперсия оптического вращения.	4
15	4	Оптический круговой дихроизм	6
16	5	Квантовомеханический подход	6
17	5	Инфракрасная спектроскопия .	4
18	5	Спектроскопия комбинационного рассеяния	4
19	5	Специфичность колебательных спектров	4
20	6	Явление ядерного магнитного резонанса.	4
21	6	Динамический ЯМР.	4
22	6	Двойной резонанс.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Спектральные методы исследования в химии и материаловедении*» 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачёта с оценкой* (4 семестр) и *экзамена* (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

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (4 семестр) составляет 30 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы 3-6 (5 семестр) составляет 15 баллов за каждую работу.

Семестр 4.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Конструкция приборов

Вопрос 1.2.

Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни.

Вопрос 2.2.

Симметрия и номенклатура электронных состояний. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора для электронных переходов.

Семестр 5.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса (1 вопрос- 7 баллов, 2 вопрос-8 баллов).

Вопрос 3.1.

Фотофизические процессы в молекуле. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия. Основные характеристики люминесценции, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции..

Вопрос 3.2.

Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 2 вопроса (1 вопрос- 7 баллов, 2 вопрос-8 баллов).

Вопрос 4.1.

Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР. Изменение дипольного момента и поляризуемости молекул. Сравнение методов ИК-спектроскопии и КР для исследования молекулярных структур.

Вопрос 4.2.

Поляризация полос в спектрах КР. Сопоставление данных ИК и КР спектров для определения структуры молекул.

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 5.1.

Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, источники излучения, детекторы, прозрачные материалы.

Вопрос 5.2.

Приготовление образцов и методы измерения спектров. Инфракрасные фурье-спектрометры

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 2 вопроса (1 вопрос- 7 баллов, 2 вопрос-8 баллов).

Вопрос 6.1.

Проявление хиральности в спектрах ЯМР. Гомотопные, энантиотопные и диастереотопные группы.

Вопрос 6.2.

Классификация спиновых систем в ЯМР, правила анализа первого порядка, слабо- и сильносвязанные спиновые системы, знаки КССВ.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачёт с оценкой, 5 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за *зачёт с оценкой* (4 семестр) – 40 баллов, за *экзамен* (5 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр зачёт с оценкой).

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

1. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов. Методы химические и физические. Методы спектральные и не спектральные. Прямая и обратная задачи.

1. Различные типы взаимодействия излучения с веществом. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина).

2. Конструкция и основные типы масс-спектральных приборов. Системы ввода пробы газов, жидкостей и твердых веществ. Источники ионов. Анализаторы масс (магнитные, времяпролетные, ионный циклотронный резонанс). Системы регистрации ионов, система сбора и обработки данных. Спектроскопия активирующих столкновений, МС/МС техника.

3. Методы ионизации молекул (ионизация электронами, фото ионизация, полевая ионизация и десорбция, атомная бомбардировка, электроспрей, матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация (МАЛДИ), резонансный захват электронов);

4. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Конструкция приборов (монокроматоры, спектрофотометры; однолучевые и двухлучевые приборы). Источники излучения, оптические материалы, детекторы. Используемые растворители. Способы изображения спектров.

5. Спектры поглощения в видимой и УФ-областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Классификация и отнесение электронных переходов в органических молекулах.

6. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Симметрия и номенклатура электронных состояний. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора для электронных переходов.

7. Специфика электронных спектров поглощения различных классов органических соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения. Спектры ароматических соединений.

8. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Анализ смесей, определение состава комплексов, определения констант диссоциации кислот.

9. Фотофизические процессы в молекуле. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия. Основные характеристики люминесценции, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции.

10. Дисперсия оптического вращения. Круговая поляризация луча света. Вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Спиральная модель оптической активности. Вращательная сила перехода. Условия вращения плоскости поляризации.

11. Оптический круговой дихроизм Уравнение поглощения света. Коэффициент экстинкции и молярного поглощения. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического кругового дихроизма от длины волны. Схема измерений кругового дихроизма. Область применения в стереохимии и электронном строении оптически активных веществ. Сравнение с дисперсией оптического вращения и УФ спектроскопией.
12. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Колебания двухатомных молекул. Гармоническое и ангармоническое приближение. Факторы влияющие на частоту колебания – масса атомов и силовые коэффициенты.
13. Колебания многоатомных молекул. Число колебаний. Основные колебания, обертоны и составные частоты. Частоты и формы колебаний. Естественные координаты. Нормальные колебания.
14. Классификация молекулярных колебаний по симметрии. Определение числа колебаний для разных типов симметрии.
15. Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР. Изменение дипольного момента и поляризуемости молекул. Сравнение методов ИК-спектроскопии и КР для исследования молекулярных структур. Поляризация полос в спектрах КР. Сопоставление данных ИК и КР спектров для определения структуры молекул.
16. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Характеристические частоты различных связей и групп атомов в молекуле. Характеристические колебания основных классов молекул. Применение колебательных спектров для определения структур органических, неорганических и координационных соединений.
17. Специфичность колебательных спектров. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, для качественного и количественного анализов и другие применения в химии.

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 3-6 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Спектры координационных соединений. d-d-переходы, переходы с переносом заряда. Теория поля лигандов.
2. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Анализ смесей, определение состава комплексов, определения констант диссоциации кислот. Изучение равновесий, изобестические точки. Биологические и биохимические приложения УФ-видимой спектроскопии.
3. Фотофизические процессы в молекуле. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия. Основные характеристики люминесценции, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции. Влияние температуры на спектры испускания. Спектры Шпольского. Практическое использование люминесцентного анализа.
4. Дисперсия оптического вращения. Круговая поляризация луча света. Вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Спиральная модель оптической активности. Вращательная сила перехода. Условия вращения плоскости поляризации. Дисперсия оптического вращения. Эффект Коттона — аномальная дисперсия. Схема эксперимента. Применения к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ. Правило октантов.
5. Оптический круговой дихроизм Уравнение поглощения света. Коэффициент

- экстинкции и молярного поглощения. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического кругового дихроизма от длины волны. Схема измерений кругового дихроизма. Область применения в стереохимии и электронном строении оптически активных веществ. Сравнение с дисперсией оптического вращения и УФ спектроскопией.
6. Магнитный круговой дихроизм. Физические основы метода и параметры. Преимущества и трудности метода.
7. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Колебания двухатомных молекул. Гармоническое и ангармоническое приближение. Факторы влияющие на частоту колебания – масса атомов и силовые коэффициенты.
8. Колебания многоатомных молекул. Число колебаний. Основные колебания, обертоны и составные частоты. Частоты и формы колебаний. Естественные координаты. Нормальные колебания.
9. Классификация молекулярных колебаний по симметрии. Определение числа колебаний для разных типов симметрии.
10. Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР. Изменение дипольного момента и поляризуемости молекул. Сравнение методов ИК-спектроскопии и КР для исследования молекулярных структур. Поляризация полос в спектрах КР. Сопоставление данных ИК и КР спектров для определения структуры молекул.
11. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Характеристические частоты различных связей и групп атомов в молекуле. Характеристические колебания основных классов молекул. Применение колебательных спектров для определения структур органических, неорганических и координационных соединений.
12. Специфичность колебательных спектров. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, для качественного и количественного анализов и другие применения в химии.
13. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, источники излучения, детекторы, прозрачные материалы. Приготовление образцов и методы измерения спектров. Инфракрасные фурье-спектрометры. Преимущества фурье-спектрометров по сравнению с классическими спектральными приборами.
14. Аппаратура спектроскопии КР, источники света, детекторы. Преимущества лазерных источников возбуждения.
15. Явление ядерного магнитного резонанса. Квантово-механическое и классическое описание явления. Уравнение резонанса. Понятие химического сдвига в спектроскопии ЯМР, константа экранирования и ее составляющие. Эталоны в ЯМР.
16. Понятие спин-спинового взаимодействия в спектроскопии ЯМР, константы спин-спинового взаимодействия и их связь со строением молекул.
17. Релаксационные процессы в спектроскопии ЯМР. Понятие о спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Экспериментальное определение времен релаксации T1 и T2.
18. Понятие о динамическом ЯМР, примеры динамических процессов, исследованных методом ДЯМР. Временная шкала метода ДЯМР.
19. Устройство простейшего и современного ЯМР спектрометров, СВ-и импульсная методики регистрации спектров ЯМР.
20. Проявление хиральности в спектрах ЯМР. Гомотопные, энантиотопные и диастереотопные группы. Классификация спиновых систем в ЯМР, правила анализа первого порядка, слабо- и сильносвязанные спиновые системы, знаки КССВ.
21. Химические сдвиги гетероядер и константы спин-спинового взаимодействия с участием гетероядер. Эталоны для определения химических сдвигов гетероядер.
22. Эксперименты по двойному резонансу. Ядерный эффект Оверхаузера. Одномерные ЯМР эксперименты, использующие сложные импульсные последовательности. Понятие о двумерной корреляционной спектроскопии ЯМР.

23. ЯМР парамагнитных соединений. Динамическая и химическая поляризация ядер. Твердотельная спектроскопия ЯМР.

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) и экзамена (5 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «*Спектральные методы исследования в химии и материаловедении*» 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.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
	Спектральные методы исследования в химии и материаловедении
Билет № 1	
1. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни.	
2. Спектры поглощения в видимой и УФ-областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул.	

Экзамен по дисциплине «*Спектральные методы исследования в химии и материаловедении*» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 3 -6 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет

(Должность, наименование кафедры) _____ /Гравень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г	имени Д.И. Менделеева
	Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
	Спектральные методы исследования в химии и материаловедении
Билет № 1	
1. Спектры координационных соединений. d-d-переходы, переходы с переносом заряда. Теория поля лигандов. 2. Аппаратура спектроскопии КР, источники света, детекторы. Преимущества лазерных источников возбуждения.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

- Физические методы исследования в химии / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков - М. Мир, 2006
- Физические методы в химии : в 2 т. Т. 1 / Р. Драго ; пер. с англ. А. А. Соловьянова ; под ред. О. А. Реутова .— М. : Мир, 1981 .— 422 с.
 - Физические методы в химии : в 2 т. Т. 2 : / Р. Драго ; пер. с англ. А. А. Соловьянова ; под ред. О. А. Реутова .— М. : Мир, 1981 .— 456 с.
 - Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман .— 12-е изд., перераб. — М. : Юрайт, 2010, 2011 .— 479 с.
 - Масс-спектрометрия в органической химии : учеб. пособие для вузов / А. Т. Лебедев — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009 .— 493 с.
 - Методы исследований в экспериментальной физике : учеб. пособие для вузов / М. И. Пергамент .— М. : Интеллект, 2010 .— 304 с.

Б. Дополнительная литература

- Основы молекулярной спектроскопии : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Кудрявцев ; М-во образования РФ, МФТИ .— М. : ВЭПИ, 1990 .— 158 с.
- Введение в курс спектроскопии ЯМР, Х. Гюнтер ; пер. с англ. Ю. А. Устынюка, Н. М. Сергеева .— М. : Мир, 1984 .— 478 с.
- Теория и практические приложения метода ЭПР / Дж. Вертц, Дж. Болтон ; пер. с англ. М. Г. Гольфельда ; под ред. Л. А. Блюменфельда .— М. : Мир, 1975 .— 548 с.:
- Магнетохимия / Р. Карлин ; пер. с англ. С. С. Соболева, Г. И. Лапушкина ; под ред. В. В. Зеленцова .— М. : Мир, 1989 .— 399 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

— Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и семинарам.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

— <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека

- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <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
- <http://lcweb.loc.gov> - Библиотека Конгресса США

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:
сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*Спектральные методы исследования в химии и материаловедении*» проводятся в форме лекционных и семинарских занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

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; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение Ядерный магнитный резонанс	<i>Знает:</i> - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований; - специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости; <i>Умеет:</i> - планировать стратегию установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества;	Оценка за контрольную работу №1 (4 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (4 семестр)

	<i>Владеет:</i> -способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества; - методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;	
Раздел 2. Масс-спектрометрия	<i>Знает:</i> - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований; - специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости; <i>Умеет:</i> - планировать стратегию установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества; <i>Владеет:</i> -способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества; - методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;	Оценка за контрольную работу №2 (4 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (4 семестр)
Раздел 3. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях	<i>Знает:</i> - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований; - специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;	Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (5 семестр)

	<i>Умеет:</i> - планировать стратегию установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества; - обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества; - использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений <i>Владеет:</i> -способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества; - методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества; - практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов. - методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.	
Раздел 4. Методы исследования оптически активных веществ	<i>Знает:</i> - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований; - специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости; <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №4 (5 семестр) Оценка экзамен(5 семестр)

	- планировать стратегию установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества; - обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества; - использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений <i>Владеет:</i> - способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества; - методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества; - практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов. - методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.	
Раздел 5. Колебательная спектроскопия	Знает: - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований; - специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости; Умеет: - планировать стратегию	Оценка за контрольную работу №5 (5семестр) Оценка экзамен(5 семестр)

	установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества; - обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества; - использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений Владеет: - способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;	
Раздел 6. Ядерный магнитный резонанс	Знает: - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований; - специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости; Умеет: - планировать стратегию установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества;	Оценка за контрольную работу №5 (5семестр) Оценка экзамен(5семестр)

	- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества; - использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений Владеет: -способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;	

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
«Спектральные методы исследования в химии и материаловедении»**

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Супрамолекулярная химия»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором, зав. кафедрой Сколтех В.Ф. Травенем.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Сколтеха «*Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии*» РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «*Супрамолекулярная химия*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, органической химии, в области химии координационных соединений, химической термодинамики и строения вещества.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области материаловедения и, в частности, в области дизайна, создания и исследования новых функциональных материалов.

Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области науки о реальном строении твердых тел;
- формирование понимания взаимосвязи состава/строения и свойств материала;
- формирование представлений о типах современных материалов и подходах к выбору и дизайну материалов для конкретных задач развития инновационных технологий.

Дисциплина «*Супрамолекулярная 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 (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6.Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н)</i> (уровень квалификации – 6) Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами
			ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	
			ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для изучения реакционной способности органических и гибридных материалов.	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные закономерности строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне;
- важнейшие типы современных материалов для генерации, преобразования и сохранения энергии;
- основные способы получения различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала;
- методы исследования свойств материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации;

Уметь:

- использовать полученные знания о взаимосвязи состава/структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами;
- оценивать перспективы использования материала для решения различных задач развития инновационных технологий;
- применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук.

Владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения;
- методологическими подходами к изучению свойств материалов;
- способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.

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:	1,8	64	48,6
Лекции	1,4	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	1,4	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44,4	32,7
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		44	32,4
Вид контроля:			
Экзамен	0,99	35,6	26,7
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,99	17,6	13,4
Подготовка к экзамену.		18	13,5
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Природа супрамолекулярных взаимодействий	54	16	16	22
1.1	Введение в супрамолекулярную химию	6	2	2	2
1.2	Многообразие супрамолекулярных взаимодействий	6	2	2	2
1.3	Природа π - π -стэкинга	7	2	2	3
1.4	Ион-ионные взаимодействия	7	2	2	3
1.5	Связывание катионов	7	2	2	3
1.6	Связывание анионов	7	2	2	3
1.7	Связывание нейтральных молекул	7	2	2	3
1.8	Темплатны и самосборка	7	2	2	3
2.	Раздел 2. Молекулярные устройства	54	16	16	22
2.1	Определение и философия молекулярных устройств	6	2	2	2
2.2	Супрамолекулярная фотохимия	7	2	2	3
2.3	Фотохимические и электрохимические устройства	7	2	2	3
2.4	Молекулярные электронные устройства	7	2	2	3
2.5	Молекулярные переключатели и выпрямители	7	2	2	3
2.6	Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов	7	2	2	3
2.7	Фотохимические устройства на основе дендримеров	7	2	2	3
2.8	Перспективы развития супрамолекулярной химии	6	2	2	2
	ИТОГО	108	32	32	44
	Экзамен (если предусмотрен УП)	36			
	ИТОГО	144			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Природа супрамолекулярных взаимодействий.

1.1 Введение в супрамолекулярную химию.

Место дисциплины Супрамолекулярная химия в плеяде естественнонаучных дисциплин. Задачи и методы дисциплины. Системы классификации супрамолекулярных структур, функциональная классификация, структурная классификация. Концепция «структура-свойство», влияние внешних условий. Проблемы выбора и дизайна супрамолекулярных структур для генерации, преобразования и сохранения энергии;

1.2. Многообразие и комплексный характер супрамолекулярных взаимодействий. Преобладающая роль водородных связей среди нековалентных взаимодействий. Свойства водородных связей; энергии, длина и классификация водородных связей Регистрация водородных связей в ИК- и ЯМР-спектрах. Наличие в нейтральных структурах прямой корреляции силы водородной связи с ее длиной, определяемой методом рентгеноструктурного анализа.

Наиболее характерные примеры структур с сильными водородными связями: двойная спираль ДНК, димеры карбоновых кислот. Инженерия кристаллов с водородными связями. Слабые водородные связи. Водородные связи с участием металлов и гидридов металлов.

1.3. Природа π - π -стэкинга.

Электростатическое взаимодействие между ароматическими кольцами, одно из которых имеет избыток электронной плотности, а другое характеризуется ее дефицитом.. Типы π - π -стэкинга: «плоскость к плоскости» (роль такого π - π -стэкинга в стабилизации двойной спирали ДНК и в структуре графита) и «торец к плоскости» (характерен для малых ароматических углеводородов).

Катион- π взаимодействия. Наиболее характерный пример такого взаимодействия – молекула ферроцена, в которой катион железа связан с фрагментом цикlopentadiенила в значительной мере ковалентно.

1.4. Ион-ионные взаимодействия.

Типичный пример такого взаимодействия – ионная решетка хлорида натрия, в которой каждый атом иона натрия окружен шестью ионами хлора.

Ион-дипольные взаимодействия. Пример такого взаимодействия – связывание иона натрия с шестью молекулами воды как в растворе, так и в твердом состоянии. Супермолекулярная аналогия – связывание ионов щелочных металлов с атомами кислорода молекул краун-эфиров.

Диполь-дипольные взаимодействия наблюдаются, например, между карбонильными функциями в кетонах и альдегидах.

Силы Ван-дер-Ваальса возникают благодаря поляризации электронного облака из-за соседства близлежащих ядер. По своей природе это – силы притяжения. Типы сил Ван-дер-Ваальса: дисперсионные силы притяжения (силы Лондона) и обменно-отталкивающие силы. Равновесие указанных сил на малых расстояниях.

Гидрофобные эффекты – результат выталкивания больших или слабосольватированных частиц из полярных растворителей, прежде всего, и Характерный пример - несмешиваемость минерального масла и воды.

1.5 Связывание катионов

Краун-эфиры: номенклатура, синтез, метод высокого разбавления Лариат-эфиры. Поданды: ациклические лиганды, Криптанды: трехмерные краун-эфиры. Сферанды – жесткие трехмерные криптан. Мягкие лиганды для мягких ионов металлов: гетерокраун-эфиры, гетерокриптан, смешанные криптан, основания Шиффа, Связывание органических катионов: связывание катионов аммония корандами, связывание катионов аммония трехмерными лигандами, хиральное распознавание, дифильные рецепторы.

Алкалиды и электриды. Каликсарены: номенклатура, синтез, применение. Углеродные донорные и π -кислотные лиганды. Сидерофоры. Селективность связывания катионов.

Общие положения: соответствие между размерами катиона и полостью лиганда, электростатический заряд, степень предорганизации лиганда, энтальпийный и энтропийный вклады во взаимодействие катион-лиганд; свободные энергии сольватации катиона и хозяина; кинетика катионного связывания. Примеры краун-эфиров, лариат-эфиров, криптанов. Макроциклический, макробикиклический и темплатный эффекты. Роль энтальпийного и энтропийного факторов. Примеры их оценки. Предорганизация и комплементарность: термодинамические эффекты, кинетический и.

1.6 Связывание анионов

Концепция конструирования лигандов для анионов. Сходство в связывании катионов и анионов: предорганизация, комплементарность, условия сольватации. Различия: большие размеры анионов требуют больших размеров лигандов, большее разнообразие форм и размеров анионов, анионы имеют большие значения энергий сольватации, что требует более эффективных лигандов; анионы, как правило, координационно насыщены и могут связываться лигандом лишь сравнительно слабыми силами – водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса. Биологические рецепторы для анионов. Нейтральные рецепторы. Металлоорганические рецепторы: совместная «работа» электростатических сил и водородных связей. Влияние макроциклического эффекта на связывание хлорид-ионов. «Гидридная губка». Сопоставление структур «протонной губки» и «гидридной губки». Хелатирующие свойства кислот Льюиса. Анта-крауны. Включение кислот Льюиса в кольцо макроцикла – путь к получению лигандов, очень сильно связывающих анионы.

1.7. Связывание нейтральных молекул

Связывание нейтральных молекул характеризуется отсутствием электростатических взаимодействий и относится к числу слабых. Их комплексообразование обусловлено силами Ван-дер-Ваальса или водородными связями (координационные связи, как правило, также отсутствуют). Связывание нейтральных молекул характеризуется низкими константами связывания. Тем не менее, оно имеет ряд важных применений: разделение смесей близко родственных соединений и энантиомеров, хранение газов и токсичных веществ, медленное выделение лекарств при физиологических условиях,

1.8 Темплатны и самосборка 1

Ограничения традиционного органического синтеза: субъективность принимаемых синтетических решений, низкие суммарные выходы целевых продуктов в многостадийных синтезах.

Принципиальные отличия методов супрамолекулярной химии. Темплатный синтез. Идеологические основы. Иерархия терминов Жан Мари Лена: «темплатирование» (супрамолекулярное содействие синтезу, шаблонирование), «самосборка», «самоорганизация». Темплатирование как способность самопроизвольно и строго определенным (запрограммированным) путем объединяться с образованием ансамблей в одном, двух или трех измерениях и, возможно (хотя и не обязательно), во времени. Кинетический и термодинамический аспекты самосборки

1.9. Темплаты и самосборка 2

Примеры самосборки. Биохимическая самосборка: двойная спираль ДНК (строгая самосборка), вирус табачной мозаики, порфириновые комплексы цинка, Самосборка координационных соединений. Металлические ансамбли. Катенаны и ротаксаны.

Раздел 2. Молекулярные устройства

2.1. Определение и философия молекулярных устройств.

Иерархия устройств и машин: макро-уровень, микро-уровень, нано-уровень (молекулярный уровень). Супрамолекулярное устройство как комплексная система, сконструированная из молекулярных компонентов, обладающих определенными

индивидуальными свойствами. Наиболее характерные компоненты супрамолекулярных устройств – фото-активные (способные поглощать или излучать свет), редокс-активные (способные отдавать или принимать электрон) и рН-активные (реагирующие на изменение рН среды) молекулы,

2.2. Супрамолекулярная фотохимия

Основные концепции и определения фотохимии. Основное и возбужденное состояние молекулы. Безызлучательное рассеяние поглощенной энергии. Фотохимическая реакция. Флуоресценция. Триплетное возбужденное состояние. Фосфоресценция.

Фотохимическая активация – наиболее распространенный способ управления супрамолекулярным устройством: индуцирование и разделение зарядов, индуцирование катализа, управление сенсорными свойствами, изменение состояний бистабильных систем (переключение).

2.3. Фотохимические и электрохимические устройства на основе бипиридила и фенантролина

Бипиридил, фенантролин и их аналоги – эффективные световые антенны, сенсibiliзирующие координированные с ними ионы металлов. Комплексы с ионами металлов, способные находиться в долгоживущих фосфоресцентных возбужденных состояниях.

2.4. Молекулярные электронные устройства 1

Устройства для преобразования света. Флуоресценция донорно-акцепторных (push-pull) систем для преобразования света. Фотоиндуцируемый перенос электрона в нековалентно-связанных системах. Перенос электрона в водородо-связанных системах. Перенос электрона через сигма-каркас.

2.5. Молекулярные электронные устройства 2. Молекулярные провода.

Молекулярные провода. Способность молекулярного провода соединять два компонента (как правило, донор и акцептор) и проводить электрический сигнал или импульс между ними. Трансмембранный ток, необходимый для передачи нервного импульса (в Биохимии). Многожильные молекулярные кабели.

2.6. Молекулярные переключатели и выпрямители

Система 1,2-дитиенилэтена как переключатель. Переключаемый акт – переход 1,2-дитиенилэтена между двумя стабильными формами в зависимости от длины падающего света. Обратимость переключения. Различия в электронных структурах открытой и закрытой форм. Электропереключаемая флуоресценция. Переключаемое связывание.

2.7. Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов

Управление молекулярной машиной на основе [2]-ротаксана изменением рН. Редокс- и фотопереключаемые ротаксаны. Хромофорные переключатели на примере переключателя на основе 1,5-дигидроксинафталина и 18-краун-6.

2.8. Фотохимические устройства на основе дендримеров

Дендримеры (каскадные молекулы) – монодисперсные макромолекулы с высокоразветвленной трехмерной структурой.. Перспективность дендримеров для фармакологии, для создания функциональных материалов и конструирования антенн. Основная проблема химии дендримеров – чистота полимеров высоких генераций. Два главных пути синтеза дендримеров: дивергентный подход и конвергентный подход.

2.9. Перспективы развития супрамолекулярной химии.

Билмиметика. Супрамолекулярная биохимия. Характеристика биологических моделей. Структура и механизмы работы ферментов. Коранды – имитаторы АТФ-аз. Металлобиоцентры. Аналоги гема, Модели витамина B12.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– основные закономерности строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне;	+		
2	– важнейшие типы современных материалов для генерации, преобразования и сохранения энергии;	+		
3	– основные способы получения различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала;		+	
4	– методы исследования свойств материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации;		+	
	Уметь:			
5	– использовать полученные знания о взаимосвязи состава/структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами;	+		
6	– оценивать перспективы использования материала для решения различных задач развития инновационных технологий;		+	
7	– применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук.	+	+	
	Владеть:			
8	– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения;	+	+	
9	– методологическими подходами к изучению свойств материалов;	+	+	
	– способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
10	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических и гибридных соединений с	ПК-6.1. Знает современные экспериментальные методы для проектирования направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	

12	полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.2. Умеет применять полученные знания для осуществления направленного синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами		+
		ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для изучения реакционной способности органических и гибридных материалов.		+

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	Введение в супрамолекулярную химию	2
2	1	Многообразие супрамолекулярных взаимодействий	2
3	1	Природа π - π -стэкинга	2
4	1	Ион-ионные взаимодействия	2
5	1	Связывание катионов	2
6	1	Связывание анионов	2
7	1	Связывание нейтральных молекул	2
8	1	Темплатны и самосборка	2
9	2	Определение и философия молекулярных устройств	2
10	2	Супрамолекулярная фотохимия	2
11	2	Фотохимические и электрохимические устройства	2
12	2	Молекулярные электронные устройства	2
13	2	Молекулярные переключатели и выпрямители	2
14	2	Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов	2
15	2	Фотохимические устройства на основе дендримеров	2
16	2	Перспективы развития супрамолекулярной химии	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (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 складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

- введение в супрамолекулярную химию
- природа супрамолекулярных взаимодействий
- связывание катионов.
- связывание анионов
- связывание нейтральных молекул.
- темплатны и самосборка .
- молекулярные устройства
- супрамолекулярная фотохимия
- фотохимические и электрохимические устройства на основе бипиридила и фенантролина
- молекулярные электронные устройства: молекулярные провода, молекулярные переключатели и выпрямители
- фотохимические устройства на основе дендримеров
- перспективы развития супрамолекулярной химии

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса, 1, 2 и 3 вопросы по 8 баллов за вопрос, 4 вопрос- 6 баллов.

Вопрос 1.

Системы классификации супрамолекулярных структур, функциональная классификация, структурная классификация.

Вопрос 2.

Проблемы выбора и дизайна супрамолекулярных структур для генерации, преобразования и сохранения энергии.

Вопрос 3.

Преобладающая роль водородных связей среди нековалентных взаимодействий

Вопрос 4.

Связывание катионов в полости «хозяина». Краун-эфиры: номенклатура, синтез, метод высокого разбавления Лариат-эфиры. Поданды: ациклические лиганды.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса, 1, 2 и 3 вопросы по 8 баллов за вопрос, 4 вопрос- 6 баллов.

Вопрос 1.

Управляющие компоненты супрамолекулярных устройств

Вопрос 2.

Фотохимические и электрохимические устройства на основе бипиридила и фенантролина.

Вопрос 3

Молекулярные электронные устройства: провода, переключатели, выпрямители.

Вопрос 4..

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

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

1. Системы классификации супрамолекулярных структур, функциональная классификация, структурная классификация. Концепция «структура-свойство», влияние внешних условий. Проблемы выбора и дизайна супрамолекулярных структур для генерации, преобразования и сохранения энергии.

2. Многообразие и комплексный характер супрамолекулярных взаимодействий. Преобладающая роль водородных связей среди нековалентных взаимодействий. Другие супрамолекулярные взаимодействия.

3. Связывание катионов. Краун-эфиры: номенклатура, синтез, метод высокого разбавления Лариат-эфиры. Поданды: ациклические лиганды, Криптан-д.ы. Краун-эфиры. Сферанды – жесткие трехмерные криптан-д.ы.

4. Связывание анионов. Концепция конструирования лигандов для анионов. Сходство и различия в связывании катионов и анионов: предорганизация, комплементарность, условия сольватации

5. Особенности связывания нейтральных молекул

6. Темплаты и самосборка. Идеологические основы темплатного синтеза.

7. Определение и философия молекулярных устройств. Иерархия устройств и машин: макро-уровень, микро-уровень, нано-уровень (молекулярный уровень).

8. Управляющие компоненты супрамолекулярных устройств – фото-активные (способные поглощать или излучать свет), редокс-активные (способные отдавать или принимать электрон) и рН-активные (реагирующие на изменение рН среды) молекулы .

9. Фотохимические и электрохимические устройства на основе бипиридила и фенантролина.

10. Молекулярные электронные устройства: провода.

11. . Молекулярные электронные устройства: переключатели

12. Молекулярные электронные устройства: выпрямители.

13. Молекулярные машины на основе катенанов

14. Управление молекулярной машиной на основе [2]-ротаксана изменением рН.

15. Редокс- и фотоперключаемые ротаксаны. Хромофорные переключатели на примере переключателя на основе 1,5-дигидрокси-нафталина и 18-краун-6.

16. Перспективность дендримеров для фармакологии, для создания функциональных материалов и конструирования антенн.

17. Главные пути синтеза дендримеров: дивергентный подход и конвергентный подход.

18. Супрамолекулярная биохимия. Характеристика биологических моделей

19. Биомиметика. Перспективы развития супрамолекулярной химии

Пример билета для *экзамена*:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха

«__» _____ 20__ г.	04.03.01 Химия Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии» Супрамолекулярная химия
Билет № 1 1. Многообразие и комплексный характер супрамолекулярных взаимодействий. 2. Управляющие компоненты супрамолекулярных устройств – фото-активные (способные поглощать или излучать свет), редокс-активные (способные отдавать или принимать электрон) и рН-активные (реагирующие на изменение рН среды) молекулы	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Дж.В. Стивд, Дж.Л. Эствуд, Супрамолекулярная химия, том 1, Москва, ИКЦ «Академкнига», 2007, 479 с.
2. Дж.В. Стивд, Дж.Л. Эствуд, Супрамолекулярная химия, том 2, Москва, ИКЦ «Академкнига», 2007, 440 с

Б. Дополнительная литература

1. Фенелонов В. Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. — 414 с. (2-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. — 442 с.)

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- ACS Nano. ISSN: 1936-0851, 1936-086X
- Computational Materials Science. ISSN: 0927-0256
- Advanced Composite Materials. ISSN: 1568-5519
- Advanced Materials. ISSN: 1521-4095
- Chemistry of Materials. ISSN: 1520-5002
- Crystal Growth & Design. ISSN: 1528-7505
- Journal of Applied Crystallography. ISSN: 1600-5767
- Nature Materials. ISSN: 1476-4660
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- European Journal of Glass Science and Technology. Part A. ISSN: [1753-3546](https://doi.org/10.1002/jgt.1753)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10, (общее число слайдов – 230).
- цифровые копии учебных материалов, находящихся в открытом доступе в сети Интернет.

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 «*Супрамолекулярная химия*» 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: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

1.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наименование раздела	Знает: – основные закономерности строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне; – важнейшие типы современных материалов для генерации, преобразования и сохранения энергии; Умеет: – использовать полученные знания о взаимосвязи состава/структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами; – применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук. Владеет: – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения; – методологическими подходами к изучению свойств материалов; – способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.	Оценка за контрольную работу №1, №2 (6 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (6 семестр)
Раздел 2. Наименование раздела	Знает: – основные способы получения различных типов материалов и их влияние на свойства получаемого материала;	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр)

	– методы исследования свойств материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации; Умеет: – оценивать перспективы использования материала для решения различных задач развития инновационных технологий; – применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук. Владеет: – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения; – методологическими подходами к изучению свойств материалов; – способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.	Оценка за <i>экзамен</i> (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 – 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
«Супрамолекулярная химия»**

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретическая неорганическая химия»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры общей и неорганической химии Кузнецовым В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева**. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теоретическая неорганическая химия»** относится к обязательной части части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области школьных курсов химии, физики и математики.

Цель дисциплины – овладение бакалаврами систематическими знаниями по теоретической неорганической химии, строению ионных, ковалентных и координационных соединений.

Задачи дисциплины

- освоение теоретических представлений об электронном строении атомов и молекул;
- освоение современными методами описания ковалентной связи в двухатомных и многоатомных соединениях, получение навыка использования симметричных представлений для описания химической связи;
- изучение теорий электронного строения координационных соединений;
- получение представления о взаимосвязи между электронным строением неорганических соединений и их свойствами, что может быть применено для прогнозирования материалов, использующихся для генерации, преобразования и хранения энергии.

Дисциплина **«Теоретическая неорганическая химия»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;
Безопасность	УК-8. Способен	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с

жизнедеятельности	создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятиях по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия теории строения атома;
- основные типы химической связи;
- модельные представления ионной связи;
- основы теории молекулярных орбиталей, в том числе и с привлечением элементов молекулярной симметрии;
- современные подходы к описанию химической связи в координационных и металлоорганических соединениях.

Уметь:

- применять полученные знания для написания электронных формул атомов, ионов и молекул, устанавливать взаимосвязь между строением и химическими свойствами;
- составлять диаграммы молекулярных орбиталей с привлечением представлений молекулярной симметрии;
- описать природу химической связи в координационных и металлоорганических соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей.

Владеть:

- элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения неорганических соединений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	96
Лекции	1,8	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	39
Контактная самостоятельная работа	1,4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
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

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Строение атома и периодический закон	33	12	12	9
1.1	Квантово-механическая модель атома. Электронные орбитали в водородоподобном атоме.	11	4	4	3
1.2	Многоэлектронные атомы. Эффективный ядерный заряд. Электронные термы атомов.	11	4	4	3
1.3	Периодический закон. Периодичность изменения свойств: потенциал ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, радиусов атомов и ионов. Основные атомные характеристики	11	4	4	3
2.	Раздел 2. Ионная связь	41	16	16	9
2.1	Элементарная ячейка и описание кристаллической структуры. Плотнейшие шаровые упаковки. Пустоты в шаровых упаковках.	11	4	4	3
2.2	Основные структурные типы неорганических соединений. Структура металлов. Политипия и полиморфизм. Структуры, не являющиеся плотнейшими упаковками.	15	6	6	3
2.3	Энтальпия ионной связи. Ионные соединения. Основные структурные типы ионных соединений. Цикл Борна-Габера. Уравнения Борна-Ланде, Борна-Майера, Капустинского.	15	6	6	3
3.	Раздел 3. Ковалентная связь	53	18	18	17
3.1	Составление молекулярных орбиталей для двухядерных и многоядерных молекул. Теория валентных связей. Основные положения. σ , π и δ -связи. Делокализованные π -связи, метод резонанса. Предсказание геометрии молекул методом Гиллеспи (ОЭПВО).	23	8	8	7

3.2	Определение геометрии молекул и их дипольного момента. Метод молекулярных орбиталей. Гомоядерные и гетероядерные двухатомные молекулы в рамках теории молекулярных орбиталей. Симметрия молекул. Элементы симметрии. Точечные группы симметрии молекул. Таблицы характеров. Групповые симметризованные орбитали. Построение молекулярных орбиталей многоатомных молекул. Симметрия молекулярных колебаний. Моды колебаний, анализ симметрии.	30	10	10	10
4.	Раздел 4. Химическая связь в координационных соединениях	53	18	18	17
4.1	Теория кристаллического поля. Состав и строение координационных соединений. Типичные лиганды и номенклатура. Изомерия и хиральность.	23	8	8	7
4.2	Теория молекулярных орбиталей для координационных соединений. Основы металлоорганической химии. π-комплексы металлов. Металлоцены. Правило 18 электронов. Полиядерные координационные соединения. Кластеры. Правила Уэйда.	30	10	10	10
	ИТОГО	216	64	64	52

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Современные теории химического строения

Раздел 1. Строение атома и периодический закон

1.1. Квантование. Волновые свойства материальных частиц. Стационарное уравнение Шредингера. Решение уравнения Шредингера для водородоподобных атомов. Квантовые числа. Атомные орбитали. Орбитальный и спиновый магнитные моменты электрона. Представление о спин-орбитальном взаимодействии.

1.2. Многоэлектронные атомы. Межэлектронные взаимодействия, теория самосогласованного поля. Экранирование, проникновение, эффективный заряд ядра атома. Расчет константы экранирования по Слейтеру. Принципы построения электронных конфигураций атомов в основном энергетическом состоянии. Принцип наименьшей энергии, принцип Паули и правила Хунда. Энергетический ряд орбиталей многоэлектронного атома. Периодический закон Д.И. Менделеева. Понятие об электронных термах многоэлектронных атомов и ионов.

1.3 Периодический закон. Периодичность изменения свойств: потенциал ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, радиусов атомов и ионов. Первый потенциал ионизации атомов и сродство к электрону. Закономерности изменения потенциала ионизации и сродства к электрону по Периодической системе. Электроотрицательность. Шкалы электроотрицательности: по Малликену, Полингу, Олреду-Рохову. Закономерности изменения электроотрицательности атомов. Атомные и ионные радиусы, условность этих величин, экспериментальные методы определения.

Закономерности изменения атомных и ионных радиусов. Схема Косселя, правило Полинга.

Раздел 2. Ионная связь

2.1. Элементарная ячейка и описание кристаллической структуры твердых тел. Расчет числа атомов в элементарной ячейке. Плотнейшие шаровые упаковки, координационные числа атомов. Типы пустот в плотнейших шаровых упаковках и их размеры.

2.2. Основные структурные типы неорганических соединений. Основные кристаллические структуры металлов. Политопия. Структуры, не являющиеся плотнейшими упаковками. Полиморфизм.

2.3. Энтальпия ионной связи. Ионные соединения. Понятие о структурном типе неорганического соединения. Структурные типы NaCl, CsCl, флюорита, антифлюорита, сфалерита, вюрцита, арсенида никеля, рутила, перовскита, шпинели. Энтальпия ионного кристалла. Уравнения Борна-Ланде, Борна-Майера, Капустинского. Термохимический цикл Борна-Габера.

Раздел 3. Ковалентная связь

3.1. Ковалентная связь. Основные характеристики ковалентной связи. Теория валентных связей. Структуры Льюиса. Типы химических связей (σ , π , δ). Делокализованные π -связи и теория электронного резонанса. Предсказание структуры молекул методом Гиллеспи (отталкивания электронных пар валентной оболочки, ОЭПВО).

Основы метода молекулярных орбиталей. Метод МО ЛКАО. Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали. Электронное строение двухатомных гомоядерных и гетероядерных молекул.

3.2. Симметрия молекул. Элементы симметрии. Точечные группы симметрии по Шенфлису. Матричное представление элементов симметрии. Приводимые и неприводимые представления. Таблицы характеров. Классификация атомных орбиталей по симметрии.

Принципы составления групповых симметризованных орбиталей. Молекулярные орбитали многоатомных молекул. Заполнение молекулярных орбиталей. Электронодефицитные и электроноизбыточные соединения. Понятие о многоцентровых молекулярных орбиталях.

Симметрия молекулярных колебаний. Валентные и деформационные колебания. Определение типа колебаний частицы по симметричным представлениям.

Раздел 4. Химическая связь в координационных соединениях

4.1. Теория кристаллического поля. Координационные соединения. Комплексообразователи и лиганды. Координационное число, основные типы координационных полиэдров. Дентатность и топиичность лигандов. Номенклатура и изомерия координационных соединений. Хиральность.

4.2. Теория молекулярных орбиталей. Расщепление атомных орбиталей комплексообразователя в кристаллических полях различной симметрии. Высоко- и низкоспиновое состояния комплексообразователя. Эффект Яна-Теллера. Спектрохимический ряд лигандов. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Электронные и магнитные свойства координационных соединений в свете теории кристаллического поля.

Теория молекулярных орбиталей в координационной химии. Составление групповых орбиталей лигандов в соответствии с представлениями молекулярной симметрии. Схема молекулярных орбиталей октаэдрических комплексов переходных и непереходных элементов в σ -приближении. π -связи в координационных соединениях.

Основы металлоорганической химии. π -комплексы металлов. Металлоцены. Электронное строение металлоценов, правило 18 электронов. Ферроцен, кобальтацен и никелоцен.

Полиядерные координационные соединения. Кластерные и каркасные соединения. Правила Уэйда.

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 понятия теории строения атома;	+			
2	- основные типа химической связи;		+		
3	- модельные представления ионной связи;			+	
4	- основы теории молекулярных орбиталей, в том числе и с привлечением элементов молекулярной симметрии;			+	
5	- современные подходы к описанию химической связи в координационных и металлоорганических соединениях.				+
	Уметь:				
6	- применять полученные знания для написания электронных формул атомов, ионов и молекул, устанавливать взаимосвязь между строением и химическими свойствами;	+			
7	- составлять диаграммы молекулярных орбиталей с привлечением представлений молекулярной симметрии;		+	+	+
8	- описать природу химической связи в координационных и металлоорганических соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей.			+	+
	Владеть:				
9	- элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения неорганических соединений.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
10	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	+	+	+

11	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
12	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+
13	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного 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	Уравнение Шредингера для водородоподобных атомов. Радиальная и угловая волновые функции. Радиальная функция распределения. Расчет энергетических уровней водородоподобного атома	2
2	1	Многоэлектронные атомы. Принципы составления электронных конфигураций атомов и ионов.	2
3	1	Эффективный заряд атома. Экранирование. Расчет константы экранирования по Слейтеру.	2
4	1	Периодический закон Д.И. Менделеева. Периодическая таблица как графическая форма представления периодического закона. Вторичная периодичность. Релятивистские поправки и размывание периодичности у тяжелых элементов.	2
5	1	Первый потенциал ионизации и сродство к электрону многоэлектронных атомов. Электроотрицательность. Шкалы электроотрицательности.	2
6	1	Атомные и ионные радиусы. Закономерности изменения атомных и ионных радиусов. Схема Косселя. Правило Полинга.	2
7	2	Элементарная ячейка кристаллического соединения. Расчет числа атомов в элементарной ячейке. Плотнейшие шаровые упаковки.	2
8	2	Основные структурные типы неорганических соединений. Координационные числа катионов и анионов.	2
9	2	Энтальпия кристаллической решетки. Уравнения Борна-Ланде, Борна-Майера, Капустинского. Цикл Борна-Габера. Решение задач	2
10	2	Подготовка к контрольной работе № 1	2
11	2,3	Контрольная работа № 1 (1 час). Основные характеристики ковалентной связи: длина, валентные углы.	2
12	3	Теория валентных связей. σ , π и δ -связи. Делокализованные π -связи. Метод электронного резонанса.	2
13	3	Метод ОЭПВО (Гиллеспи). Определение структуры молекул. Достоинства и недостатки метода ОЭПВО.	2
14	3	Метод молекулярных орбиталей. Представление о системе уравнений Хартри-Фока-Рутана. Метод МО ЛКАО. Связывающие и разрыхляющие орбитали	2
15	3	Электронное строение двухатомных молекул в рамках теории молекулярных орбиталей.	2

		Составление электронных формул молекул и ионов, определение кратности связи.	
16	3	Молекулярная симметрия. Определение точечной группы симметрии частицы. Матричное представление элементов симметрии. Таблицы характеров.	2
17	3	Составление молекулярных орбиталей простейших неорганических молекул (H_2O , NH_3 , CH_4).	2
18	3	Составление молекулярных орбиталей молекул с π -связями (CO_2 , бензол).	2
19	3	Электронодефицитные и электроноизбыточные молекулы. Многоцентровые химические связи	2
20	3	Симметрия молекулярных колебаний. Теоретико-групповое описание молекулярных колебаний.	2
21	3	Подготовка к контрольной работе № 2	2
22	3,4	Контрольная работа № 2 (1 час). Координационные соединения. Основные типы координационных полиэдров.	2
23	4	Номенклатура и изомерия координационных соединений.	2
24	4	Теория кристаллического поля. Октаэдрическое и тетраэдрическое расщепления. Расчет ЭСКП.	2
25	4	Искажение симметричных конфигураций. Эффект Яна-Теллера.	2
26	4	Теория молекулярных орбиталей координационных соединений. Составление групповых орбиталей лигандов. Энергетические схемы октаэдрического комплекса в σ - и π -приближении.	2
27	4	Основы металлоорганической химии. π -комплексы металлов. Металлоцены. Электронное строение ферроцена. Правило 18 электронов.	2
28	4	Химические свойства металлоценов в свете их электронного строения.	2
29	4	Полиядерные комплексы металлов. Кластерные и каркасные соединения. Химическая связь в $\text{Re}_2\text{Cl}_8^{2-}$.	2
30	4	Кластерные соединения. Правила Уэйда. Расчет «магического» числа электронов.	2
31	4	Подготовка к контрольной работе № 3	2
32	4	Контрольная работа № 3. Подведение итогов семестра.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Теоретическая неорганическая химия*» 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

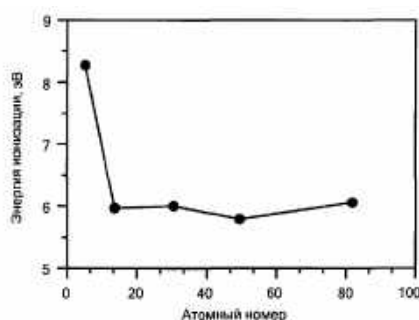
Реферативно- аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую.

Разделы 1,2 Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 7 вопросов, задания 1,4 оцениваются в 3 балла, задания 2,3 – по 4 балла, задания 5,6,7 – по 2 балла.

1. Первые потенциалы ионизации атомов серебра и рубидия равны соответственно 7,57 эВ и 4,18 эВ. Рассчитайте константу экранирования внешнего 5s-электрона и объясните наблюдаемую разницу значений.
2. Ионные соединения MgO, LiF и NaCl имеют одинаковую кристаллическую решетку типа каменной соли. Пользуясь модельными представлениями об энергии кристаллической решетки ионных соединений, расположите эти соединения в порядке возрастания энтальпии кристаллической решетки.
3. На графике приведена зависимость первого потенциала ионизации элементов 13 группы от порядкового номера элемента. Объясните немонотонность наблюдаемой зависимости. Будет ли такое явление наблюдаться для щелочных металлов? Ответ обоснуйте.



- Схематически нарисуйте изображения $3p_z$ и $3d_{x^2-y^2}$ орбиталей. Укажите знаки волновой функций, четность или нечетность орбиталей. Укажите узловые поверхности для данных орбиталей.
- Схематически изобразите радиальную волновую функцию и функцию радиального распределения вероятности для $3s$ -орбитали в водородоподобном атоме.
- Напишите электронные термы для следующих частиц в основном состоянии: Fe^{2+} , V^{3+} , Cl^- .
- К какому структурному типу относится кристаллическая решетка CaF_2 ? Чему равны координационные числа катиона и аниона?

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, задание 1 оценивается по 8 баллов, задания 2,3 – по 6 баллов.

- Привести резонансные структуры для следующих частиц: SO_4^{2-} , HN_3 , SO_3 (без учета вклада d -подуровня).
- Пользуясь методом ОЭПВО определить геометрию следующих частиц: ICl_4^- , SF_4 , ClO_3^- , XeF_6 . Дать необходимые пояснения.
- Построить энергетическую схему молекулярных орбиталей (определить точечную группу симметрии, выписать характеры представлений, привести к неприводимому виду) для следующих частиц CH_3^- , SO_2 , CO_2 . Сформулировать на основании построенной диаграммы магнитные и химические свойства частиц.

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

- Сколько существует изомеров для комплексов $[\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2]$ и $[\text{Pt}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2]$, если известно, что их магнитные свойства различны?
- Постройте диаграмму молекулярных орбиталей для $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.
- Объясните закономерности в изменении величины pK_a следующих карбонилгидридов: $\text{HV}(\text{CO})_6$ 0,5, $\text{H}[\text{Mn}(\text{CO})_5]$ 7,1, $\text{H}_2[\text{Fe}(\text{CO})_4]$ 4,0 (pK_{a1}).
- Напишите уравнения реакций никелоцена с NO , $\text{Ni}(\text{CO})_4$, Na/EtOH , $\text{Me}-\text{CH}=\text{CH}(\text{Me})\text{MgBr}$.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса, максимальное количество баллов за каждый из вопросов – 10 баллов..

- Строение электронных оболочек атома. Угловая и радиальная составляющая атомной волновой функции. Радиальная функция распределения.

2. Многоэлектронные атомы. Эффективный заряд ядра атома. Расчет константы экранирования.
3. Энергии ионизации и сродства к электрону атома или одноатомного иона. Электроотрицательность.
4. Энергия ионной кристаллической решетки. Взаимосвязь природы ионов и свойств кристаллов. Основные структурные типы неорганических соединений.
5. Обсудите все известные вам тенденции в изменении ионных радиусов, приведите примеры таких изменений.
6. Ионная связь. Строение ионных соединений в твердой фазе и в растворе.
7. Различные методы описания ковалентной связи.
8. Устойчивость молекулы согласно методу молекулярных орбиталей. Сравнение предельных типов химической связи (ковалентная неполярная и ионная).
9. Диаграммы МО гомоатомных и гетероатомных двухатомных молекул (молекулярных ионов) для описания химических и магнитных свойств. Дипольный момент молекулы.
10. Симметрия молекул. Элементы и операции симметрии. Символика Шёнфлиса.
11. Точечные группы симметрии. Представление группы.
12. Неприводимые представления и характер представления. Формула приведения.
13. Диаграммы МО многоатомных молекул для описания химических и магнитных свойств. Потенциал ионизации молекулы.
14. Диаграммы МО для водородных соединений 13ой – 16ой групп.
15. Диаграммы МО для оксидов 14ой – 16ой групп.
16. Диаграммы МО для галогенидов 2ой, 13ой – 14ой групп.
17. Диаграммы МО для галогенидов 15ой – 18ой групп.
18. Сколько первых потенциалов ионизации и почему имеют молекулы NO O₂ B₂ H₂O SF₆.
19. Особенности химического поведения орбитальнодефицитных соединений, их связь с электронным строением. Диаграммы МО для электроноизбыточных соединений.
20. Особенности химического поведения электронодефицитных соединений, их связь с электронным строением. Диаграммы МО для электронодефицитных соединений.
21. Природа связи металл-лиганд в соединениях переходных металлов. Основные положения теории кристаллического поля.
22. Симметрия расщеплений *d*-орбиталей. Энергия стабилизации кристаллическим полем.
23. Сильное и слабое кристаллическое поле. Магнитные и спектральные свойства комплексных соединений переходных металлов.
24. Эффект Яна-Теллера.
25. Спектрохимический ряд лигандов с позиций метода молекулярных орбиталей.
26. Применение теории поля лигандов для описания химической связи в координационных соединениях переходных металлов.
27. Электронное строение (с позиций ММО) галогенидных комплексов 6ой и 10ой групп.
28. Электронное строение (с позиций ММО) цианидных комплексов 8ой и 10ой групп.
29. Электронное строение (с позиций ММО) карбонильных комплексов 6ой и 10ой групп.
30. Карбонильные комплексы переходных металлов. Геометрия и электронное строение.
31. Особенности электронного и геометрического строения олефиновых комплексов, по сравнению с карбонильными. Модель Дьюара-Чатта-Дункансона.
32. Концепция изолобальной аналогии. Изолобальные ряды.

33. Сэндвичевые соединения переходных металлов с параллельными циклами (гомолигандные, гетеролигандные, многопалубные). Геометрия, электронное строение, магнитные свойства.
34. Электронное строение (с позиций ММО) бисциклопентадиенильных комплексов переходных металлов.
35. Электронное строение (с позиций ММО) бисареновых комплексов переходных металлов.
36. Полиядерные комплексы металлов. Кластерные соединения. Правила Уэйда.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Теоретическая неорганическая химия*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

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
	Кафедра Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»
	Код и наименование направления подготовки 04.03.01 Химия
	Профиль- Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии
Билет № 1	
1. Многоэлектронные атомы. Эффективный заряд ядра атома. Экранирование. Рассчитайте константу экранирования для 4s и 3d- электрона атома марганца. (10 баллов). 2. Структурные типы сфалерита и вюрцита. Координационные числа атомов. Пользуясь константами Маделунга, предкажите, какая из полиморфных модификаций ZnS более устойчива? (10 баллов). 3. Составление молекулярных орбиталей на примере молекулы NH₃: матричные представления элементов симметрии в базисе атомов, составление групповых орбиталей H1s и молекулярных орбиталей. Симметрия орбиталей (10 баллов). 4. Напишите уравнения следующих химических превращений (10 баллов): $ \begin{array}{ccccccc} \text{Re}_2\text{O}_7 & \xrightarrow{\text{CO(изб)}} & \text{A} & \xrightarrow{2 \text{ Na}} & \text{B} & \xrightarrow{\text{Br}_2} & \text{C} & \xrightarrow{\text{Na[Co(CO)}_4\text{]}} & \text{D} \\ & & & & \text{H}_2\text{O} & & & & \\ & & & & \swarrow & & \searrow & & \\ & & & & \text{E} & & \text{F} & & \end{array} $	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шрайвер Д., Эткинс Д. Неорганическая химия. В 2-х т./ пер. с англ. – М.: Мир, 2004. – 679 с.
2. А.В. Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм / под ред. А.В. Шевелькова. Неорганическая химия. М.: Лаборатория знаний. 2021 – 386 с.

Б. Дополнительная литература

1. Цирельсон В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела. 2-е издание. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 496 с.
2. Харгиттаи И., Харгиттаи М Симметрия глазами химика. – М.: Мир., 496 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал Polyhedron ISSN 0277-5387
- Журнал «Журнал неорганической химии» ISSN 0044-457X

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*Теоретическая неорганическая химия*» проводятся в форме лекционных, семинарских занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

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; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - основные понятия теории строения атома; <i>Умеет:</i> - применять полученные знания для написания электронных формул атомов, ионов и молекул, устанавливать взаимосвязь между строением и химическими свойствами; <i>Владеет:</i> - элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения неорганических соединений.	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)
Раздел 2. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - основные типа химической связи; <i>Умеет:</i> - составлять диаграммы молекулярных орбиталей с привлечением представлений молекулярной симметрии; <i>Владеет:</i> - элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)
Раздел 3. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - модельные представления ионной связи; - основы теории молекулярных орбиталей, в том числе и с привлечением элементов молекулярной симметрии; <i>Умеет:</i> - составлять диаграммы молекулярных орбиталей с привлечением представлений молекулярной симметрии; - описать природу химической связи в координационных и металлорганических соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей.	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)

	<i>Владеет:</i> - элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения	
Раздел 4. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - современные подходы к описанию химической связи в координационных и металлоорганических соединениях. <i>Умеет:</i> - составлять диаграммы молекулярных орбиталей с привлечением представлений молекулярной симметрии; - описать природу химической связи в координационных и металлоорганических соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей. <i>Владеет:</i> - элементарными навыками решения практических задач, связанных с установлением электронного строения	Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр) Оценка за экзамен (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 – 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 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
«Теоретическая неорганическая химия»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы химии. Введение в физическую химию»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры Сколтех д.х.н. Кузнецовым В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Органические и гибридные материалы для преобразования и запасаения энергии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теоретические основы химии. Введение в физическую химию»** относится к Обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся должны знать основной теоретический материал, изучаемый в школьном курсе химии, а также уметь решать простейшие задачи и составлять формулы соединений и уравнения химических реакций. Опираясь на полученные в средней школе знания, программы дисциплин предусматривает дальнейшее углубление знаний в области общей и неорганической химии.

Цель дисциплины – приобретение знаний и компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии.

Задачи дисциплины

- овладение теоретическими основами химии и основами неорганической химии;
- формирование у студентов навыков экспериментальной работы;
- развитие навыков решения конкретных практических задач и исследовательской работы.

Дисциплина **«Теоретические основы химии. Введение в физическую химию»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей; профессионального развития

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- методы описания химических равновесий в растворах электролитов,
- строение и свойства координационных соединений;

Уметь:

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

Владеть:

- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	288	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	192	143
Лекции	1,8	64	47,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	47,6
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	47,6
Самостоятельная работа	1,6	60	46
Контактная самостоятельная работа	1,6	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины <i>(или другие виды самостоятельной работы)</i>		60	46
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекц ии	Прак . зан.	Лаб. работ ы	Сам. работ а
1	Химический эквивалент. Закон эквивалентов.	16	4	4	-	4
2	Элементы химической термодинамики.	34	12	12	-	10
3	Химическое равновесие	34	12	12	-	10
4	Растворы. Равновесия в растворах.	98	14	14	56	14
5	Элементы химической кинетики	34	12	12	-	10
6	Окислительно-восстановительные процессы и электрохимические процессы	40	10	10	8	12
	ИТОГО	252	64	64	64	60
	Экзамен	36				
	ИТОГО	288				

4.2 Содержание разделов дисциплины

1.1 Вычисления с использованием закона эквивалентов. Понятие о химическом эквиваленте и факторе эквивалентности в обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Закон эквивалентов. Расчёты с использованием закона эквивалентов.

1.2. Элементы химической термодинамики. Термодинамическая система. Классификация термодинамических систем. Термодинамические функции состояния (характеристические функции). Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимия и термохимические уравнения. Масштаб тепловых эффектов различных процессов. Понятие о стандартном состоянии веществ, находящихся в конденсированной (жидкой или твёрдой) фазе, газов, растворов, слабых (ассоциированных) электролитов, комплексных ионов.

Стандартные энтальпии образования, сгорания и растворения веществ, образующих сильные электролиты в растворе.

Основной закон термохимии – закон Гесса и его следствия. Использование закона Гесса для вычисления тепловых эффектов различных процессов и энтальпий связи в молекуле.

Химически обратимые и необратимые процессы. Термодинамически обратимые равновесные процессы. Понятие об энтропии (работы Клаузиуса). Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах в изолированной системе. Критерий самопроизвольно протекающего процесса в изолированной системе.

Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Зависимость энтропии от температуры. III закон термодинамики. Энтропия и природа вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

Энергия Гиббса, её физический смысл и связь с энтальпией и энтропией. Изменение энергии Гиббса как мера химического сродства. Критерий самопроизвольного протекания процессов в изобарно-изотермических условиях.

Стандартные энергии Гиббса образования и сгорания веществ. Вычисление величин ΔG° различных процессов. Энтальпийный и энтропийный факторы процесса.

1.3. Химическое равновесие

Истинное и кажущееся химические равновесия, их признаки. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.

Константы химического равновесия K_c и K_p для газовых равновесий, взаимосвязь между ними.

Принцип смещения равновесия Ле-Шателье-Брауна. Влияние различных факторов на смещение равновесия.

Взаимосвязь величины ΔG° процесса с константой химического равновесия. Вычисление равновесного выхода продукта реакции. Использование данных о температурной зависимости константы химического равновесия в термодинамических расчётах.

1.4. Растворы. Равновесия в растворах

Способы выражения состава растворов. Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов электролитов и неэлектролитов. Сольватация в растворах. Идеальные растворы.

Гомогенные равновесия в растворах электролитов. Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Ионная сила растворов неассоциированных электролитов. Понятие о коэффициенте активности и активности как мере отклонения свойств компонента в реальном растворе от его свойств в идеальном растворе. Вычисление коэффициентов активности ионов и средне-ионных коэффициентов активности солей в разбавленных растворах неассоциированных электролитов.

Равновесия в растворах ассоциированных электролитов. Степень и константа электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда.

Равновесие диссоциации воды. Ионное произведение воды и зависимость K_w от температуры. Водородный и гидроксильный показатели. Шкала величин pH и pOH. Вычисление pH разбавленных растворов неассоциированных кислот и оснований с учётом и без учёта ионной силы раствора, а также pH растворов ассоциированных электролитов.

Равновесия в растворах слабых многоосновных кислот. Расчёт концентраций ионов в этих растворах, а также в растворах многоосновных кислот при заданном значении pH.

Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита. Буферные системы. Вычисление pH буферных растворов. Понятие о буферной ёмкости.

Состояние бесконечного разбавления раствора электролита. Шкала стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Вычисление константы диссоциации ассоциированных электролитов и константы устойчивости комплексных ионов по справочным термодинамическим данным.

Ступенчатая диссоциация электролитов. Альтернативные продукты реакций в растворах электролитов.

Общие сведения о комплексных соединениях. Классификация комплексных соединений. Правила составления их названий. Диссоциация комплексных соединений. Константа устойчивости и нестойкости комплексного иона. Реакции образования и разрушения комплексных соединений.

Гетерогенное равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого сильного электролита и его кристаллов. Понятие о произведении растворимости (ПР). Вычисление растворимости солей с использованием величин ПР и активностей ионов. Условия растворения и осаждения малорастворимого электролита. Влияние присутствия других ионов в растворе на растворимость малорастворимого электролита. Влияние pH на растворимость малорастворимых электролитов.

Поляризующее действие ионов солей на молекулы воды. Гидролиз солей. Гидролиз катиона и аниона. Ступенчатый гидролиз. Типы гидролиза солей: гидролиз неполный обратимый, гидролиз неполный необратимый, полный (обратимый и необратимый).

Количественные характеристики гидролиза – степень и константа гидролиза. Взаимосвязь между ними и концентрацией раствора. Способы усиления и подавления гидролиза. Равновесия в растворах солей, образованных однозарядными и многозарядными катионами и анионами сильных и слабых кислот и оснований. Расчёт pH водных растворов перечисленных выше солей. Взаимодействие растворов двух солей, взаимно усиливающих гидролиз друг друга. Смещение равновесия гидролиза.

Теории кислот и оснований. Недостаточность теории Аррениуса. Теория сольвосистем. Протонная теория кислот и оснований. Константы автопротолиза растворителя. Дифференцирующие и нивелирующие растворители. Электронная теория кислот и оснований.

1.5. Элементы химической кинетики

Основные понятия химической кинетики. Средняя скорость и скорость реакции в данный момент времени. Кинетическое уравнение. Закон действующих масс. Константа

скорости реакции. Порядок и молекулярность реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Понятие об энергии активации. Уравнение Аррениуса. Гомогенный и гетерогенный катализ. Примеры каталитических процессов. Влияние катализатора на энергию активации.

1.6. Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы

Понятие о степени окисления элемента в соединениях. Важнейшие окислители и восстановители. Основные схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных процессах. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций – метод электронного баланса и метод электронно-ионных уравнений. Влияние различных факторов на направление и глубину окислительно-восстановительных процессов. Окислительно-восстановительные потенциалы и определение направления окислительно-восстановительных реакций. Стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Расчёт констант равновесия окислительно-восстановительных процессов из электрохимических данных. Схемы Латимера

Основные типы химических источников тока, их устройство и принципы работы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел					
		1	2	3	4	5	6
	Знать:						
1	– электронное строение атомов и молекул	+					
2	– основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии		+				
3	– основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния			+			
4	– методы описания химических равновесий в растворах электролитов				+		
5	– строение и свойства координационных соединений					+	+
	Уметь:						
6	– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ	+					
7	– использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач		+	+	+		
8	– прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях					+	+
	Владеть:						
9	– теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов	+	+	+	+	+	+
10	– экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие Универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК					
7	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;		+	+	+	+

	жизни	профессионального развития						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК						
8	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+	+	+
9	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик					+	+

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	Практическое занятие 1. Химический эквивалент и фактор эквивалентности. Молярная масса и молярный объём эквивалента вещества. Закон эквивалентов.	2 акад.ч.
2.	1	Практическое занятие 2. Способы выражения состава растворов. Взаимные пересчеты концентраций. Молярная концентрация эквивалента вещества в растворе.	2 акад.ч.
3.	2	Практическое занятие 3. Понятие об энтальпии и её изменении в химических процессах. Тепловые эффекты химических реакций. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Использование закона Гесса для вычисления тепловых эффектов различных процессов.	2 акад.ч.
4.	3	Практическое занятие 4. Понятие об энтропии. Абсолютная энтропия веществ и ее изменение в различных процессах. Стандартные энтропии веществ. Энергия Гиббса как мера химического сродства. Стандартные энергии Гиббса образования и сгорания веществ. Вычисление величин ΔG^0_{298} и ΔS^0_{298} процессов по справочным данным. Энтальпийный и энтропийный факторы процессов.	2 акад.ч.
5-6.	3	Практическое занятие 5-6. Константа химического равновесия K_c и K_p . Связь величины ΔG^0_T процесса с константой химического равновесия. Вычисление равновесного выхода продукта реакции. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье. Использование данных о температурной зависимости константы химического равновесия в термодинамических расчетах.	4 акад.ч.
7.	4	Практическое занятие 7. Важнейшие окислители и восстановители. Классификация ОВР. Влияние различных факторов на особенности протекания окислительно-восстановительных процессов. Периодический закон и окислительно-восстановительная активность элементов и их соединений.	2 акад.ч.
8.	4	Практическое занятие 8. Стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных процессов; взаимосвязь величин ΔG^0 и ΔE^0 . Схемы Латимера. Расчет констант равновесия ОВР из электрохимических данных.	2 акад.ч.
9.	5	Практическое занятие 9. Ионная сила неассоциированных электролитов в растворах. Понятие о коэффициентах активности ионов и средне-ионных коэффициентах активности солей. Вычисление pH	2 акад.ч.

		разбавленных растворов неассоциированных электролитов с учетом и без учета ионной силы раствора.	
10.	5	Практическое занятие 10 Равновесие в растворах ассоциированных электролитов. Закон разбавления Оствальда. Расчет pH и концентрации ионов в растворах слабых электролитов. Буферные системы. Вычисление pH буферных растворов.	2 академ.ч.
11-12.	5	Практическое занятие 11-12. Количественные характеристики гидролиза солей – константа и степень гидролиза. Равновесия в водных растворах солей, образованных ионами различного валентного типа сильных, слабых кислот и оснований. Расчет pH растворов этих солей. Полный и необратимый гидролиз. Способы усиления и подавления гидролиза.	2 академ.ч.
13.	6	Практическое занятие 13. Классификация комплексных соединений. Систематическая номенклатура комплексных соединений. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости нестойкости комплексного иона. Реакции образования и разрушения комплексных соединений.	2 академ.ч.
14-15.	6	Практическое занятие 14-15. Гетерогенное равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого сильного электролита и его кристаллов. Понятие и произведение растворимости (ПР). Вычисление растворимости солей с использованием величин ПР и активности ионов. Условия растворения и осаждения малорастворимого электролита. Влияние присутствия других ионов и величины pH раствора на растворимость.	4 академ.ч.
16.	6	Основные понятия и определения химической кинетики. Установление кинетического уравнения на основе экспериментальных данных (для реакций I и II порядков). Период полупревращения и расчеты, связанные с этой величиной. Понятие об энергии активации процесса. Уравнение Аррениуса. Вычисление энергии активации на основе экспериментальных данных о зависимости скорости реакции от температуры.	2 академ.ч.

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого по дисциплине *«Теоретические основы химии. Введение в физическую химию»*, а также способствует формированию у студентов навыков экспериментальной работы и развитию навыков исследовательской работы.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1		Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений. Расчеты по уравнениям реакций.	4 академ.ч.
2		Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Погрешности результатов численного эксперимента.	4 академ.ч.
3	4	Определение молярной массы углекислого газа.	4 академ.ч.
4	4	Приготовление раствора заданной концентрации.	4 академ.ч.
5	4	Определение концентрации раствора титрованием.	4 академ.ч.
6	4	Приготовление раствора заданной концентрации и титрование.	4 академ.ч.
7	4	Изучение окислительно-восстановительных реакций.	4 академ.ч.
8	4	Определение молярной массы эквивалента (I).	4 академ.ч.
9	4	Определение молярной массы эквивалента (II).	4 академ.ч.
10	6	Получение и свойства комплексных соединений.	4 академ.ч.
11	6	Гидролиз солей.	4 академ.ч.
12		Итоговое занятие Раздела 1	4 академ.ч.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) и лабораторного практикума (1 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 10 баллов за каждую.

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольные работы в 1 семестре. Максимальная оценка за каждую контрольную работу – 10 баллов.

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

1а. Для нейтрализации 0,60 г одноосновной кислоты необходимо 10,00 мл 1,00 М раствора едкого кали. Вычислить молярную массу эквивалента кислоты и её стронциевой соли в обменной реакции.

1б. Для получения 224 мл (н.у.) кислорода по реакции

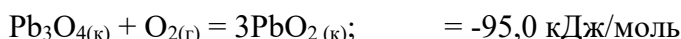
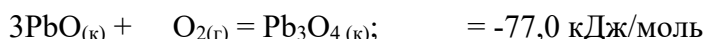
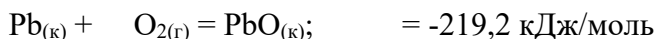


потребовалось 200 мл раствора KMnO_4 и 300 мл раствора H_2O_2 . Вычислить молярную концентрацию раствора окислителя и нормальную концентрацию раствора восстановителя.

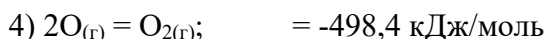
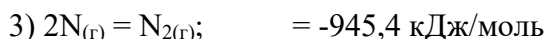
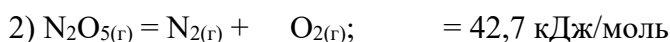
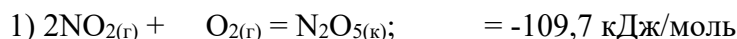
1в. Найдите молярную концентрацию эквивалента воды при её реакции: а) с металлическим натрием; б) с оксидом натрия.

2. Определите мольную долю KNO_3 , мольное отношение, молярность, моляльность и титр водного раствора, содержание KNO_3 в котором составляет 14 масс%, а плотность раствора равна $1,09 \text{ г/см}^3$.

3. Вычислить величину $\Delta H_{\text{сгорания}}$, используя следующие данные:



4. Вычислите стандартную среднюю энтальпию связи азот-кислород по следующим данным:



5. При 323К и давлении 0,344 атм степень диссоциации N_2O_4 (г) на NO_2 (г) равна 63%. Вычислить K_c и K_p для процесса $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{г})}$.

Раздел 2. Контрольная работа №2. Контрольная работа состоит из 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

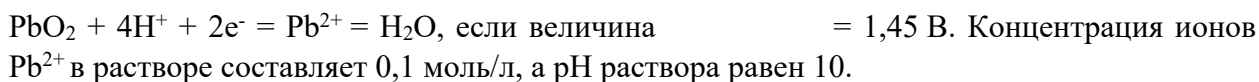
1. Вычислить электродный потенциал таллиевой пластины, опущенной в раствор соли с концентрацией ионов Tl^+ , равной 10^{-2} моль/л. Использовать следующие данные:



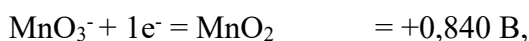
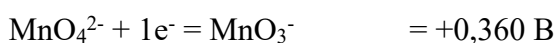
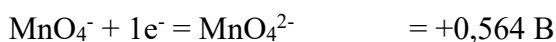
2. Вычислить константу равновесия процесса окисления иодид ионов катионами Fe^{3+} в водном растворе при 298 К, если величины стандартных потенциалов восстановления для полуреакций составляют:



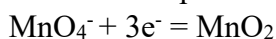
3. Вычислить равновесный потенциал электрода, на котором при 298 К протекает реакция



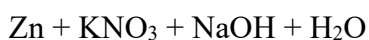
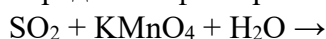
4. Используя схему Латимера и следующие данные



вычислить при 298 К константу равновесия процесса



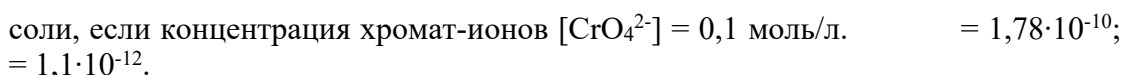
5. Закончить уравнения межмолекулярных реакций окисления – восстановления и определить факторы эквивалентности окислителей и восстановителей:



Раздел 3,4. Контрольная работа №3. Контрольная работа состоит из 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

1. Вычислить ионную силу водного раствора хлорида бария при 298 К (молярная концентрация $m = 0,002$ моль/1000 г H_2O), а также коэффициенты активности ионов $\gamma_{Ba^{2+}}$, γ_{Cl^-} и средне-ионный коэффициент активности соли.

2. В растворе содержится смесь KCl и K_2CrO_4 , в котором $[Cl^-] = [CrO_4^{2-}] = 0,1$ моль/л. К данному раствору прибавляют по каплям раствор $AgNO_3$. Какая их солей будет осаждаться в первую очередь? Ответ подтвердить расчетом. Какова должна быть концентрация ионов Cl^- в растворе, при которой в осадок выпадают одновременно две



3. Вычислить растворимость $SrSO_4$ в $0,05 \text{ М}$ в растворе Na_2SO_4 без учета и с учетом солевого эффекта (с использованием активностей). $= 3,2 \cdot 10^{-7}$.

4. 1 М раствор слабой одноосновной кислоты имеет $pH=4$. Вычислить pH $0,1 \text{ М}$ раствора этой кислоты. Какова степень диссоциации кислоты в $0,1 \text{ М}$ растворе?

5. Используя следующие данные

$$= 0; \quad = -1012,6 \text{ кДж/моль};$$

$$= -1083,2 \text{ кДж/моль},$$

вычислить константу диссоциации гидрофосфат-иона.

Раздел 5,6. Контрольная работа №4. Контрольная работа состоит из 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

1а. Привести названия следующих комплексных соединений и ионов по систематической номенклатуре: $[\text{Ru}(\text{N}_2)(\text{NH}_3)_5]^{2+}$, $[\text{AlH}_6]^{3-}$, $[\text{Sb}_6\text{F}_{13}]\text{F}_5$, $\text{K}[\text{Nd}(\text{SO}_4)_2]$, $[\text{Ni}(\text{CH}_3\text{CN})_6]$ $[\text{NiI}_4]$.

1б. Составить формулы комплексных соединений по их названиям: тетракарбонатодидрогидрат(III) бария; гексафторостибат(V) тетрафторониобия (V); гексанитрокобальтат(III) натрия; трихлорэтиленплатинат(II) калия; хлорид хлоротетрааммин(диоксид серы)рутения(II).

2. В 0,1М раствор $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$, содержащий избыток цианида калия в количестве вещества 1 моль в 1л раствора, добавили сульфид калия массой 1,10 г на 1 л раствора. Определить, выпадет ли осадок сульфида серебра? Константа устойчивости иона $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$

$$= 6,35 \cdot 10^{20}; \quad = 6,88 \cdot 10^{-50}.$$

3. Используя следующие данные:

	кДж/моль		кДж/моль
$\text{Ni}^{2+}_{(\text{p-р, ст. сост.})}$	-45,6	$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}_{(\text{p-р, ст. сост., гип. недисс.})}$	468,4
$\text{CN}^{-}_{(\text{p-р, ст. сост.})}$	171,6	$[\text{AgBr}_2]^{-}_{(\text{p-р, ст. сост., гип. недисс.})}$	-172,9
$\text{Ag}^{+}_{(\text{p-р, ст. сост.})}$	77,1		
$\text{Br}^{-}_{(\text{p-р, ст. сост.})}$	-104,1		

вычислить константу устойчивости иона $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ и константу нестойкости иона $[\text{AgBr}_2]^-$.

4. Вычислить pH 0,1 М раствора нитрата металла (II), если константа диссоциации иона MeOH^+ составляет $1,0 \cdot 10^{-7}$.

5. Вычислить pH 0,1 М раствора K_2CO_3 , если константы ступенчатой диссоциации

угольной кислоты равны $= 4,5 \cdot 10^{-7}$; $= 4,8 \cdot 10^{-11}$. (При вычислении ограничиться рассмотрением первой ступени гидролиза)

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).

Экзаменационный) билет включает контрольные вопросы по разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса, по 20 баллов за вопрос.

1. Понятие о химическом эквиваленте и факторе эквивалентности в обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Закон эквивалентов. Расчёты с использованием закона эквивалентов.
2. Понятие о химической термодинамике. Основные понятия и определения химической термодинамики. Классификация термодинамических систем. Характеристические функции состояния. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы.
3. Внутренняя энергия и энтальпия, их изменение в различных процессах.
4. Термохимия-предмет изучения. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения. Масштаб тепловых эффектов различных процессов.
5. Понятие о стандартном состоянии: а) для веществ, находящихся в конденсированной (жидкой или твердой) фазе.
6. Стандартные энтальпии образования, сгорания и растворения веществ, образующих сильные электролиты в растворах.
7. Закон Гесса и его следствия. Использование закона Гесса в различных термохимических циклах для вычисления энтальпий химических связей (энергий связей), энтальпий присоединения воды к безводной соли с образованием кристаллогидратов, энтальпий растворения солей.
8. Химически обратимые и необратимые процессы. Термодинамически обратимые равновесные процессы. Понятие об энтропии (работы Клаузиуса). Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах в изолированной системе. Критерий самопроизвольно протекающего процесса в изолированной системе.
9. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Зависимость энтропии от температуры. III закон термодинамики. Стандартные энтропии веществ. Энтропия и природа веществ. Изменение энтропии в различных процессах.
10. Истинное и кажущееся химические равновесия, их признаки. Константа химического равновесия K_c и K_p , взаимосвязь между ними. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
11. Энергия Гиббса, её физический смысл и связь с энтальпией и энтропией. Изменение энергии Гиббса как мера химического сродства. Критерии возможности и невозможности протекания самопроизвольного процесса.
12. Стандартные энергии Гиббса образования и сгорания веществ. Вычисление величин ΔG° различных процессов. Энтальпийный и энтропийный факторы химического процесса.
13. Принцип смещения равновесия Ле-Шателье. Влияние различных факторов (давления, температуры, концентрации компонентов, катализаторов, добавок инертного газа) на смещение равновесия.
14. Взаимосвязь величины ΔG° процесса с константой химического равновесия. Вычисление равновесного выхода реакции.

15. Влияние температуры на химическое равновесие. Использование уравнения, выражающего зависимость константы химического равновесия от температуры в термодинамических расчетах.
16. Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов электролитов и неэлектролитов. Сольватация в растворах. Идеальные растворы. Гомогенные равновесия в растворах электролитов. Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Ионная сила растворов неассоциированных электролитов. Понятие о коэффициенте активности и активности как мере отклонения свойств компонента в реальном растворе от его свойств в идеальном растворе. Вычисление коэффициентов активности по уравнению Дебая-Хюккеля для очень разбавленных растворах электролитов.
17. Равновесия в растворах ассоциированных электролитов. Степень и константа электролитической диссоциации. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации (закон разбавления Оствальда).
18. Ионное произведение воды. Зависимость K_w от температуры. Водородный и гидроксильный показатели.
19. Вычисление pH разбавленных растворов сильных кислот и оснований с учетом и без учета ионной силы растворов.
20. Вычисление pH растворов слабых кислот и оснований.
21. Равновесия в растворах многоосновных кислот. Расчёт концентраций ионов в растворах слабых кислот при заданном значении pH .
22. Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита. Буферные системы. Вычисление pH буферных растворов. Понятие о буферной ёмкости растворов.
23. Гетерогенные равновесия в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого сильного электролита и его кристаллов. Понятие о произведении растворимости (IP). Вычисление растворимости солей с использованием величин IP . Влияние одноименных ионов на растворимость малорастворимого сильного электролита. Условия выпадения и растворения осадка.
24. Понятие о стандартном состоянии раствора. Шкала термодинамических функций ионов в водных растворах. Вычисление констант диссоциации слабых электролитов и констант устойчивости комплексных ионов по справочным термодинамическим данным.
25. Кислотно-основные равновесия в водных растворах солей. Гидролиз солей. Типы гидролиза солей (гидролиз неполный обратимый, гидролиз неполный необратимый, полный (совместный) гидролиз).
26. . Равновесия в растворах солей, образованных:
- а) однозарядным анионом слабой кислоты и катионом сильного основания;
 - б) многозарядным анионом слабой кислоты и катионом сильного основания;
 - в) гидросолями (амфолитами) сильных оснований;
 - г) однозарядным катионом слабого основания и анионом сильной кислоты;
 - д) многозарядным катионом слабого основания и анионом сильной кислоты;
 - е) однозарядным катионом и анионом слабой кислоты и слабого основания;
 - ж) однозарядным катионом и многозарядным анионом слабой кислоты и слабого основания;
 - з) многозарядным катионом и однозарядным анионом слабого основания и слабой кислоты;

и) многозарядными катионами и анионами двух солей, взаимно усиливающих гидролиз друг друга.

Расчет pH растворов солей. Смещение равновесия гидролиза.

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

8.4. Структура и примеры билетов для вид контроля из УП (1 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Теоретические основы химии. Введение в физическую химию*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам _ и _ рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из _ вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **вид контроля из УП**:

Для билетов, составленных по направлению подготовки целиком, профиль можно не указывать.

«Утверждаю» (Должность, наименование кафедры) _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
	Теоретические основы химии. Введение в физическую химию
Билет № 1	
1. Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита. Буферные системы. Вычисление pH буферных растворов.	
2. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Зависимость энтропии от температуры. III закон термодинамики. Энтропия и природа вещества. Изменение энтропии в различных процессах.	
3. Закончить уравнения реакций:	
$Mn(NO_3)_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$ $KNO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$ $Hg(NO_3)_2 + KI_{избыток} \rightarrow$ $AlCl_3 + Na_2S_2O_3 + H_2O \rightarrow$ $NO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow$ $K_2S + K_2SO_3 + HCl \rightarrow$	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. Учебник для вузов. М.: Химия, 2000. 592с.
2. Неорганическая химия. В 3-ех томах. /под редакцией Ю.Д. Третьякова/ Том 2. Химия непереходных элементов. М.:Академия. 2004. Том 3.(в двух книгах) Химия переходных элементов. М.: Академия. 2007.
3. А.В.Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм. Неорганическая химия. Учебник. Под ред. А.В. Шевелькова.-М.: Лаборатория знаний, 2021-586с. :ил.
4. Практикум по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
5. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 1. РХТУ им.Д.И. Менделеева. 2015. 186 с.
6. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 2. РХТУ им.Д.И. Менделеева. 2015. 150 с.

Б. Дополнительная литература

1. Соловьев С.Н. Начала химии. Элементы строения вещества (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 108 с.
2. Соловьев С.Н. Начала химии. Теоретические основы химии (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 148 с.

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. Коллоидный журнал ISSN 0023-2912
2. Журнал физической химии ISSN 0044-4537
3. Стекло и керамика ISSN 0131-9582
4. Physical Chemistry Chemical Physics ISSN 1463-9076
5. Journal of Colloids and Interface Science ISSN 0021-9797
6. Microporous and Mesoporous Materials ISSN 1387-1811
7. Journal of Physical Chemistry ISSN 0022-3654
8. Adsorption ISSN 0929-5607
9. Langmuir ISSN 0743-7463

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- www.sciyo.com - Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России

- <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 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 «*Теоретические основы химии. Введение в физическую химию*» проводятся в форме лекционных, семинарских, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Оборудованная лаборатория: аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ»», рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, рН-метр-милливольтметр рН-420; стандарт-титр рН метрия общая ООО«ХИМТИТРЫ», лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы CitizenScale CY-124C, весы электронные аналитические MB-210A, весы аналитические AND HR-100AG, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, весы порционные AND HT-500 (500г, 0,1г, внешняя калибровка), весы Citizen Scale CY-224; колба нагреватель КН-500 Stegler, мешалка магнитная STEGLER HS сподогревом, спектрофотометр однолучевого СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевой СФ-102 с разделением светового потока ионметр И-510, шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; шкаф сушильный (тип 2) ШС-40-02 СПУ мод. 2204, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202, шкаф сушильный (тип 3) ШС-80-02 СПУ мод. 2208 жидкостной циркуляционный термостат BT10-1(+20...+100 °C), термостат жидкостной LOIP LT 124a; BT3-1 (+20...+100 °C); BT5-1(+20...+100 °C) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л.; электрическая плита IRITIR-8004 IRIT; столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 Stegler, сушилка для пробирок (тип 1) 0362A (полипропилен) Stegler, сушилка для пробирок (тип 2) 0362B (полипропилен) Stegler. Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

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

Перечень средств.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Химический эквивалент.	<i>Знает:</i> – электронное строение атомов и молекул <i>Умеет:</i> – выполнять основные химические операции,	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)

	определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов – экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)
Раздел 2. Элементы химической термодинамики	<i>Знает:</i> – основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии <i>Умеет:</i> – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов – экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)
Раздел 3. Химическое равновесие	<i>Знает:</i> – основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния <i>Умеет:</i> – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов – экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)

Раздел 4. Растворы.	<i>Знает:</i> – методы описания химических равновесий в растворах электролитов <i>Умеет:</i> – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов – экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр) Оценка за лабораторный практикум (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 5. Элементы химической кинетики	<i>Знает:</i> – строение и свойства координационных соединений <i>Умеет:</i> – прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов – экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	Оценка за контрольную работу №4 (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 6. Окислительно-восстановительные процессы и электрохимические процессы	<i>Знает:</i> – строение и свойства координационных соединений <i>Умеет:</i> – прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов – экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	Оценка за контрольную работу №4 (1 семестр) Оценка за лабораторный практикум (1 семестр) Оценка за экзамен (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 – 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
«Теоретические основы химии. Введение в физическую химию»**

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Теория вероятностей и статистическая обработка результатов
эксперимента»**

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена ассистентом кафедры Сколтеха к.ф.-м.н. Лободой А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направления подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента**» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математического анализа.

Цель дисциплины – освоение студентами теоретических подходов и практических методов анализа химических данных, применяемых в современной мировой науке и системное представление о статистических, дескриптивных и графических методах анализа данных.

Задачи дисциплины

- получить представление о роли теории вероятностей и математической статистики в профессиональной деятельности;
- получить необходимые знания из области теории вероятностей и математической статистики для дальнейшего самостоятельного освоения научно-технической информации;
- получить представление о применении положений теории вероятностей и математической статистики при исследовании и моделировании химических процессов.

Дисциплина «**Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента**» 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:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные положения теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения прикладных задач;
- методологию, методы и приёмы проведения количественного анализа и моделирования поведения технических систем, событий и процессов;
- методы теоретического и экспериментального исследования в области решения задач профессиональной деятельности ;

Уметь:

- применять основные методы теории вероятностей и математической статистики для решения профессиональных задач; пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения инженерных вопросов;
- решать типовые математические задачи, используемые при принятии технических решений;
- строить математические модели прикладных задач и исследовать эти модели, обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные;

Владеть:

- современными методами теории вероятностей и математической статистики для построения математических моделей задач, возникающих в инженерной практике ;
- навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач;

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	48,15
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Случайные величины и их законы распределения.	21	6	6	9
1.1	Случайные события	7	2	2	3
1.2	Распределение случайных величин.	7	2	2	3
1.3	Характеристики распределения случайных величин.	7	2	2	3
2.	Раздел 2. Математическая статистика.	66	20	20	26
2.1	Статистические данные	13	4	4	5
2.2	Дескриптивные и графические методы анализа данных	13	4	4	5
2.3	Статистическое оценивание.	13	4	4	5
2.4	Статистическая проверка гипотез.	13	4	4	5
2.5	Методы многомерного статистического анализа	14	4	4	6
3.	Раздел 3. Исследование зависимостей.	21	6	6	9
3.1	Линейный регрессионный анализ.	7	2	2	3
3.2	Дисперсионный анализ.	7	2	2	3
3.3	Планы эксперимента со случайными блоками.	7	2	2	3
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Случайные величины и их законы распределения.

1.1 Случайные события

Пространство элементарных исходов и случайные события; операции над событиями; вероятности событий и их свойства; условная вероятность и независимость событий; теорема Бернулли; формула полной вероятности и формула Байеса; Формула Бернулли; случайные величины и функция распределения вероятностей; дискретные случайные величины; непрерывные случайные величины и функция плотности вероятностей; характеристики распределения случайной величины: математическое ожидание, дисперсия, медиана, мода и др.;

1.2. Распределение случайных величин.

Распределение Бернулли, биномиальное распределение, распределение Пуассона, непрерывное и дискретное равномерные распределения, нормальное и логнормальное распределения; центральная предельная теорема; распределения, связанные с нормальным: распределение хи-квадрат, распределение Стьюдента и распределение Фишера.

1.3. Характеристики распределения случайных величин.

Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, момент порядка ν , центральный момент порядка ν , коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса, медиана, мода, первая и третья квартили, интерквартильный размах, квантиль порядка p . Неравенство Чебышева. Статистические таблицы;

многомерные случайные величины и их распределения; условные распределения и независимость случайных величин; коэффициент корреляции; двумерное нормальное распределение.

Раздел 2. Математическая статистика.

2.1. Статистические данные

Понятие случайной выборки; примеры реальных химических экспериментов; многомерные статистические данные: матрица экспериментальных данных, переменные и наблюдения, количественные, номинальные и ранговые переменные.

2.2. Дескриптивные и графические методы анализа данных.

Гистограмма; эмпирическая функция распределения; полигон частот; таблица частот; двумерные диаграммы рассеяния; множественные двумерные диаграммы рассеяния; трехмерные диаграммы рассеяния; множественные трехмерные диаграммы рассеяния; столбчатые диаграммы; секторные диаграммы; составные линейные диаграммы; звездные графики; лучевые графики; оконные графики; разведочный анализ данных.

2.3. Статистическое оценивание.

Понятие статистической оценки; свойства оценок: несмещенность, состоятельность, эффективность; метод максимального правдоподобия; точечное оценивание характеристик распределения (эмпирическая частота, выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочное среднееквадратическое отклонение, выборочный коэффициент вариации, выборочный коэффициент асимметрии, выборочный коэффициент эксцесса, выборочная медиана, выборочные квартили и интерквартильный размах, выборочная мода, выборочные квантили, выборочный коэффициент корреляции); интервальное оценивание; доверительный интервал для неизвестной вероятности; доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии нормального распределения; доверительный интервал для коэффициента корреляции.

2.4 Статистическая проверка гипотез.

Логика проверки статистических гипотез; ошибки первого и второго рода, уровень значимости и мощность критерия; одновыборочные и двухвыборочные t -критерий и F -критерий; сравнение параметров двух биномиальных и двух пуассоновских распределений; проверка значимости отличия от нуля коэффициента корреляции; критерии согласия (χ^2 -квадрат критерий, одновыборочный критерий Колмогорова–Смирнова); непараметрические критерии: критерий Манна–Уитни для проверки гипотезы об отсутствии сдвига; критерий однородности – двухвыборочный критерий Колмогорова–Смирнова; критерий Спирмена для проверки гипотезы о независимости признаков.

2.5 Методы многомерного статистического анализа.

Классификация методов многомерного статистического анализа; методы анализа связи между двумя системами переменных: корреляционный анализ, регрессионный анализ, дисперсионный анализ и дискриминантный анализ; методы анализа структуры многомерных данных: кластерный анализ, факторный анализ и анализ главных

Раздел 3. Исследование зависимостей.

3.1. Линейный регрессионный анализ.

Множественная линейная регрессия; метод наименьших квадратов; доверительные интервалы и проверка гипотез в линейном регрессионном анализе; множественный и частный коэффициенты корреляции; пошаговый регрессионный анализ; нелинейный регрессионный анализ;

3.2 Дисперсионный анализ.

Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ для моделей с постоянными уровнями факторов: проверка гипотез; методы множественного сравнения; модели со случайными уровнями факторов: проверка гипотез; коэффициент внутриклассовой корреляции; смешанные модели дисперсионного анализа.

3.3 Планы эксперимента со случайными блоками.

Планы с группировкой; непараметрические методы анализа связи между количественной и качественными переменными.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– основные положения теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения прикладных задач;		+	+	
2	– методологию, методы и приёмы проведения количественного анализа и моделирования поведения технических систем, событий и процессов;	+			
	– методы теоретического и экспериментального исследования в области решения задач профессиональной деятельности;		+	+	
	Уметь:				
3	– применять основные методы теории вероятностей и математической статистики для решения профессиональных задач;		+	+	
4	– решать типовые математические задачи, используемые при принятии технических решений;	+			
	– строить математические модели прикладных задач и исследовать эти модели, обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные;		+	+	
	Владеть:				
5	– современными методами теории вероятностей и математической статистики для построения математических моделей задач;	+	+	+	
6	– навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач;		+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
9	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	+	+	+

	участием с использованием современной вычислительной техники				

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	Вероятностные модели. Понятие случайного испытания. Пространство элементарных событий. Операции над событиями. Полная система событий.	2
2	1	Теорема Бернулли. Примеры введения вероятностей событий в химических задачах. Вероятностное пространство. Модели вероятностного пространства.	2
3	1	Условная вероятность. Независимость событий, Формула полной вероятности. Формула Байеса.	2
4	1	Одномерная случайная величина. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины. Функция плотности вероятностей и ее свойства.	2
5	1	Нормально распределенная случайная величина. Стандартное нормальное распределение. Центральная предельная теорема. Распределения случайных величин.	2
6	1	Характеристики распределений. Математическое ожидание случайной величины и его свойства. Дисперсия случайной величины и ее свойства. Неравенство Чебышева.	2
7	1	Характеристики положения и разброса случайной величины. Примеры вычисления рассмотренных характеристик.	2
8	1	Многомерные случайные величины. Функция распределения многомерной случайной величины и ее свойства. Ковариация и коэффициент корреляции двух случайных величин. Свойства коэффициента корреляции. Двумерное нормальное распределение.	2
9	2	Генеральная совокупность. Простой случайный выбор. Случайная выборка. Эмпирическая функция распределения. Гистограмма выборки	2
10	2	Точечное статистическое оценивание. Выборочные оценки. Свойства оценок: несмещенность; состоятельность; Эффективность. Достаточное условие состоятельности. Выборочные характеристики. Методы получения выборочных оценок. Метод максимального правдоподобия.	2
11	2	Интервальное статистическое оценивание. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Центральные и нецентральные доверительные интервалы. Доверительный интервал для математического ожидания нормально распределенной случайной величины.	2
12	2	Доверительный интервал для дисперсии нормально распределенной случайной величины; параметра биномиального распределения; пуассоновского распределения; для коэффициента корреляции.	2
13	2	Статистическая проверка гипотез. Простые и сложные	2

		альтернативные гипотезы. Статистика критерия. Критическая область. Вероятности ошибок первого и второго родов. Уровень значимости критерия. Мощность критерия. Параметрические и непараметрические критерии проверки статистических гипотез	
14	2	Одновыборочный t-критерий. Двухвыборочный t-критерий для независимых выборок и для связанных выборок. Одновыборочный хи-квадрат критерий. Двухвыборочный F-критерий. Сравнение параметров двух биномиальных распределений; двух пуассоновских распределений. Проверка гипотезы о равенстве заданному числу коэффициента корреляции	2
15	3	Регрессионный анализ. Модели линейного и нелинейного регрессионного анализа. Множественная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Пошаговый регрессионный анализ.	2
16	3	Дисперсионный анализ. План эксперимента. Модели дисперсионного анализа: с постоянными факторами; со случайными факторами; смешанные модели. Задачи, решаемые дискриминантным анализом и анализом таблиц сопряженности.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине **«Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента»** не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины **«Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента»** предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 44 ак.ч. 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;
- 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** 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 **Зачёта с оценкой** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Примеры вариантов к контрольной работе № 10. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

Вариант 1

- 1). В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. По табельным номерам наудачу отобрали 7 человек. Найти вероятность того, что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
- 2). Три стрелка стреляют по одной мишени. Первый попадает с вероятностью $p_1 = 0,8$, второй – $p_2 = 0,7$, третий – $p_3 = 0,6$. Найти вероятность того, что при одном залпе в мишень попадет хотя бы один стрелок.
- 3). В первой коробке находится 20 батареек для фонарика, из них 18 годных к употреблению. Во второй коробке – 10 батареек, из них – 9 годных. Из второй коробки наудачу взяли 2 батарейки и переложили в первую. Найти вероятность того, что батарейка, наудачу извлеченная из первой коробки, будет годной.
- 4) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	-4	-2	0	1	2
p	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$ и дисперсию $D[\xi]$.

- 5). Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

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

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

Вариант 2

- 1). Из водоема, в котором находится 10 рыб, вылавливают 6 рыб, помечают и выпускают их обратно. Найти вероятность того, что второй улов того же объема содержит 4 меченые рыбы.
- 2). В урне 12 шаров, из которых 7 белых. Наудачу вытаскивается один шар, а затем возвращается обратно в урну. Найти вероятность хотя бы одного извлечения белого шара, если шар извлекали дважды.
- 3). В пирамиде установлены 15 винтовок, 10 из них снабжены оптическим прицелом. При стрельбе из винтовки с оптическим прицелом вероятность поражения мишени – 0,9, а при стрельбе из обычной винтовки – 0,7. Какова вероятность того, что стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки? Найти также вероятность того, что мишень поражена из винтовки с оптическим прицелом.
- 4). Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	1	3	4	6	7

p	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$ и дисперсию $D[\xi]$.

5). Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

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

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

Раздел 2. Примеры вариантов к контрольной работе № 2.. Контрольная работа содержит 3 вопроса по 10 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. По заданной выборке

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

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ().

2. По заданной выборке

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

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии ;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, объемы которых и , извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y с неизвестными дисперсиями, найдены исправленные дисперсии: и . При уровне значимости 0,05 проверить гипотезу при конкурирующей гипотезе .

Вариант 2

1. По заданной выборке

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

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного

отклонения ().

2. По заданной выборке

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

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии ;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.
3. Автомат, работающий со стандартным отклонением г, фасует чай в пакеты со средним весом г. В случайной выборке объемом пакетов средний вес г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность .

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

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – 40. Билет для зачёта содержит 6 вопросов. Первый и второй вопрос – по 6 баллов, с третьего по шестой вопросы по -7 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачёт с оценкой).

1. Пространство элементарных событий. Привести три примера.
2. Операции над событиями. Несовместные события. Привести примеры.
3. Задание вероятностного пространства. Привести примеры.
4. Свойства вероятности.
5. Условная вероятность. Привести примеры. Теорема умножения.
6. Формула полной вероятности.
7. Формула Байеса.
8. Независимые события. Привести примеры.
9. Формула Бернулли. Определить вероятность выпадения ровно 1 герба при 5-ти бросаниях правильной монеты.
10. Случайная величина. Привести три примера.
11. Функция распределения и ее свойства.
12. График функции распределения для какой-нибудь конкретной дискретной случайной величины.
13. Дискретная случайная величина. Привести примеры.
14. Распределение Бернулли. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, распределенной по Бернулли.
15. Биномиальное распределение. Математическое ожидание и дисперсия биномиально распределенной случайной величины.
16. Распределение Пуассона. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, распределенной по Пуассону.
17. Непрерывная случайная величина. Свойства функции плотности.

18. Непрерывное равномерное распределение. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, распределенной по равномерному закону на интервале (a,b).
19. Логнормальное распределение.
20. Нормальное распределение.
21. χ^2 –распределение, t- распределение, F- распределение.
22. Математическое ожидание случайной величины и его свойства.
23. Дисперсия случайной величины и ее свойства.
24. Средне-квадратическое отклонение и коэффициент вариации случайной величины.
25. Моменты, центральные моменты, абсолютные моменты случайной величины.
26. Коэффициенты асимметрии и эксцесса случайной величины.
27. Медиана, нижняя и верхняя квартили случайной величины.
28. Интерквартильный размах, мода случайной величины.
29. Квантили и процентиля распределения.
30. Многомерная случайная величина.
31. Коэффициент корреляции двух случайных величин и его свойства (без доказательства).
32. Случайная выборка. Выборочные значения. Объем выборки.
33. Гистограмма. График гистограммы для какого-нибудь примера.
34. Эмпирическая функция распределения. График этой функции для какого-нибудь примера.
35. Точечное оценивание. Несмещенные оценки.
36. Состоятельные оценки. Достаточное условие состоятельности.
37. Выборочное среднее, выборочная дисперсия; выборочное средне-квадратическое отклонение; выборочный коэффициент вариации.
38. Доказать несмещенность и состоятельность выборочного среднего, как оценки математического ожидания.
39. Выборочная квантиль, выборочная медиана, выборочные нижняя и верхняя квартили, выборочная мода.
40. Выборочные коэффициенты асимметрии и эксцесса.
41. Выборочный коэффициент корреляции.
42. Доверительный интервал для математического ожидания нормального распределения.
43. Доверительный интервал для дисперсии нормального распределения.
44. Доверительный интервал для коэффициента корреляции.
45. Доверительный интервал для параметра p биномиального распределения.
46. Доверительный интервал для параметра λ распределения Пуассона.
47. Проверка статистических гипотез. Вероятность ошибки 1-ого и 2-ого рода. Уровень значимости критерия и мощность критерия.
48. Одновыборочный t-критерий.
49. Двухвыборочный t-критерий (для независимых и связанных выборок).
50. Двухвыборочный F-критерий.
51. Проверка гипотезы о равенстве параметров биномиальных случайных величин.
52. Проверка гипотезы о равенстве параметров пуассоновских случайных величин.
53. Критерии согласия χ^2 , Колмогорова и Смирнова.
54. Критерии знаков и ранговых знаков.
55. Критерии для проверки гипотезы об отсутствии сдвига (для независимых и связанных выборок).
56. Проверка гипотез о независимости (для двумерного нормального и произвольных распределений).

57. Классификация методов многомерного статистического анализа.
58. Регрессионный анализ.
59. Дисперсионный анализ.
60. Кластерный анализ.

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

Зачёт с оценкой по дисциплине «Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет зачёта с оценкой состоит из 6 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы **зачёта с оценкой** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый и второй вопрос – по 6 баллов, с третьего по шестой вопросы по -7 баллов.

Пример билета для **вид контроля из УП:**

<i>«Утверждаю»</i> Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) /Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра Сколтеха 04.03.01 Химия Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии» Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента									
Билет № 1										
1. Функция распределения случайной величины, ее свойства. 2. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Критическая область. Область принятия гипотезы. 3. При разрыве бронебойного снаряда крупные осколки составляют 20% от общего числа осколков, средние – 30%, мелкие – 50%. Вероятность того, что крупный осколок пробьет броню _____; для средних и мелких осколков соответственно _____ и _____. Найти вероятность пробивания брони. 4. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины ξ имеет вид _____ Найти параметр c, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $F(x)$, _____, построить графики $F(x)$ и $f(x)$. 5. По заданной выборке <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: center;"> <tr> <td>2,3</td><td>2,4</td><td>2,7</td><td>2,3</td><td>2,5</td><td>2,4</td><td>2,1</td><td>2,3</td><td>2,5</td> </tr> </table> составить вариационный ряд, построить полигон частот, вычислить выборочную среднюю, выборочную дисперсию, исправленное среднеквадратичное отклонение. 6. Инвестиция №1 рассчитана на _____ лет, дисперсия ежегодных прибылей _____. Инвестиция №2 рассчитана на _____ лет, дисперсия ежегодных прибылей _____. Предполагается, что распределение ежегодных прибылей на инвестиции подчиняется		2,3	2,4	2,7	2,3	2,5	2,4	2,1	2,3	2,5
2,3	2,4	2,7	2,3	2,5	2,4	2,1	2,3	2,5		

нормальному закону распределения. Равны ли риски () инвестиций №1 и №2?
Доверительная вероятность .

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Мешалкин Л.Д. Сборник задач по теории вероятностей. М.: Изд-во МГУ, 1963, 154 с.
2. Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Москва, Издательский центр «Академия», 2009. – 315 с.
3. В.Д.Мятлев, Л.А.Панченко, А.Т.Терехин «Основы теории вероятностей», Москва, МАКС Пресс, 2002 48 с.
4. В.Д.Мятлев, Л.А.Панченко, А.Т.Терехин «Основы математической статистики», Москва, МАКС Пресс, 2002, 57 с.
5. Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Терехин А «Анализ многомерных данных», Москва, МАКС Пресс, 2007, 72 с.

Б. Дополнительная литература

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982, 488 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 12-е изд. М.: Юрайт, 2005, 479 с.
3. Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. 1982. М.: Наука.
4. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974, 119 с.
5. Крамер Г. Математические методы статистики. Москва: Мир, 1975, 648 с.
6. Тугубалин В.Н. Теория вероятностей и случайных процессов. М.: Из-во МГУ, 1992, 400 с.
7. Чжун К.Л., Айтсахлиа Ф. Элементарный курс теории вероятностей. М.: Бином, 2007, 455 с.
8. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980, 512 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://kvm.mustr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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 *«Теория вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента»* проводятся в форме лекционных, семинарских занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - основные положения теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения прикладных задач; - методологию, методы и приёмы проведения количественного анализа и моделирования поведения технических систем, событий и процессов; - методы теоретического и экспериментального исследования в области решения задач профессиональной деятельности; <i>Умеет:</i> - применять основные методы теории вероятностей и математической статистики для решения профессиональных задач; - решать типовые математические задачи, используемые при принятии технических решений; - строить математические модели прикладных задач и исследовать эти модели, обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; <i>Владеет:</i> - современными методами теории вероятностей и математической статистики для построения математических моделей задач, возникающих в инженерной практике; - навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач;	Оценка за контрольную работу №1 (4 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (4 семестр)
Раздел 2. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - основные положения теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения прикладных задач; - методологию, методы и приёмы проведения количественного анализа и моделирования поведения технических систем, событий и	Оценка за контрольную работу №2 (4 семестр) Оценка за зачёт с оценкой (4 семестр)

	процессов; - методы теоретического и экспериментального исследования в области решения задач профессиональной деятельности; <i>Умеет:</i> - применять основные методы теории вероятностей и математической статистики для решения профессиональных задач; - решать типовые математические задачи, используемые при принятии технических решений; - строить математические модели прикладных задач и исследовать эти модели, обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; <i>Владеет:</i> - современными методами теории вероятностей и математической статистики для построения математических моделей задач, возникающих в инженерной практике; - навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач;	
Раздел 3. Наименование раздела	<i>Знает:</i> - основные положения теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения прикладных задач; - методологию, методы и приёмы проведения количественного анализа и моделирования поведения технических систем, событий и процессов; - методы теоретического и экспериментального исследования в области решения задач профессиональной деятельности; <i>Умеет:</i> - применять основные методы теории вероятностей и математической статистики для решения профессиональных задач; - решать типовые математические задачи, используемые при принятии технических решений; - строить математические модели прикладных задач и исследовать эти	Оценка за зачёт с оценкой (4 семестр)

	модели, обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; <i>Владеет:</i> - современными методами теории вероятностей и математической статистики для построения математических моделей задач, возникающих в инженерной практике; - навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач;	

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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 вероятностей и статистическая обработка результатов эксперимента»
основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Сколтех В.Н.Аксёновым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой физики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение четырех семестров.

Дисциплина «Физика» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана и рассчитана на изучение в 4 семестрах. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в рамках школьной программы по физике и математике.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

Задачи дисциплины –

- формирование представлений об основных физических законах природы и методах теоретических исследований различных физических явлений
- получение представления о современных экспериментальных методах исследования.

Дисциплина «Физика» преподается в 1, 2, 3 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности; ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;

- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;
- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;
- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;
- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;
- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

Владеть:

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;
- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	504	3	108	4	144	3	108	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	7,12	256	1,78	64	1,78	64	1,78	64	1,78	64
Лекции	3,56	128	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	3,56	128	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	5,88	212	1,22	44	2,22	80	1,22	44	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	5,88	1,2	1,22	0,4	1,22	0,4	1,22	0,4	1,22	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		210,8		43,6		43,6		43,6		44
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	486	3	81	4	108	3	81	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	7,12	288	1,78	48	1,78	72	1,78	48	1,78	72
Лекции	3,56	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	3,56	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельна я работа	5,88	159	1,22	33	2,22	60	1,22	33	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	5,88	0,9	1,22	0,3	1,22	0,3	1,22	0,3	1,22	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		158,4		32,7		32,7		32,7		33
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
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:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		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. работа
	1 СЕМЕСТР					
1	Раздел 1. Введение в механику.	54	16	16	-	22
1.1	Кинематика: основные понятия. Проекция векторов.	14	4	4	-	6
1.2	Основные законы механики: законы Ньютона, законы сохранения импульса и энергии.	14	4	4	-	6
1.3	Работа, энергия, мощность: простейшие задачи.	13	4	4	-	5
1.4	Колебания и волны: основные характеристики колебательного движения.	13	4	4	-	5
2	Раздел 2. Введение в термодинамику и молекулярно-кинетическую теорию (МКТ).	54	16	16	-	22
2.1	Основные положения МКТ	22	8	8	-	6
2.2	Термодинамика: законы и их приложения.	16	4	4	-	8
2.3	Циклы, КПД, решение задачи по первому началу термодинамики	16	4	4	-	8
		108	32	32		44
	Зачет с оценкой	-				
	Всего	108				
	2 СЕМЕСТР					
3	Раздел 3. Физические основы механики.	72	16	16	-	40
3.1	Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.	18	4	4	-	10
3.2	Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.	18	4	4	-	10
3.3	Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.	18	4	4	-	10
3.4	Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.	18	4	4	-	10

4	Раздел 4. Основы молекулярной физики.	54	12	12	-	30
4.1	Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	18	4	4	-	10
4.2	Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.	18	4	4	-	10
4.3	Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.	18	4	4	-	10
5	Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток	18	4	4	-	10
5.1	Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.	18	4	4	-	10
		144	32	32	-	80
	Зачёт с оценкой	-				
	Всего	144				
	3 СЕМЕСТР					
6	Раздел 6. Электромагнетизм.	26	8	8	-	10
6.1	Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца	18	4	4	-	5
6.2	Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.	18	4	4	-	5
7	Раздел 7. Оптика.	41	12	12	-	17
7.1	Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.	13	4	4	-	5
7.2	Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.	14	4	4	-	6
7.3	Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору	14	4	4	-	6
8	Раздел 8. Элементы квантовой физики	41	12	12	-	17
8.1	Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.	14	4	4	-	6
8.2	Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.	14	4	4	-	6
8.3	Характеристики ядра: заряд, масса,	13	4	4	-	5

	энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц.					
		108	32	32	-	44
	Зачёт с оценкой	-				
	Всего	108				
	4 СЕМЕСТР					
9	Раздел 9. Элементы квантовой статистики.	39	12	12	-	15
9.1	Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.	26	8	8	-	10
9.2	Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми- Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).	13	4	4	-	5
10	Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.	13	4	4	-	5
10.1	Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.	13	4	4	-	5
11	Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.	56	16	16	-	24
11.1	Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.	24	8	8	-	8
11.2	Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.	16	4	4	-	8
11.3	Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).	16	4	4	-	8

		108	32	32		44
	Экзамен	36				
	Всего	144				
	ИТОГО	504				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 1.

Раздел 1. Введение в механику.

1.1. Роль курса «Физика» в процессе химико- технологического ВУЗа. Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение.

Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.

1.2. Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.

1.3. Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.

1.4. Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.

Раздел 2. Введение в молекулярную физику и термодинамику.

2.1. Основы МКТ (молекулярно-кинетической теории). Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.

2.2 Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.

2.3. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.

2.4. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

Семестр 2.

Раздел 3. Физические основы механики.

3.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

3.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

3.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

3.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

Раздел 4. Основы молекулярной физики.

4.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

4.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

4.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток.

5.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле

Семестр 3.

Раздел 6. Электромагнетизм.

6.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

6.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

Раздел 7. Оптика.

7.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

7.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

7.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

Раздел 8. Элементы квантовой физики.

8.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

8.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

Семестр 4.

Раздел 9. Элементы квантовой статистики.

9.1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.

9.2. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).

Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.

10.1. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.

Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.

11.1. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.

11.2. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.

11.3. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Знать:											
1	- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	- методы обработки результатов физического эксперимента.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:											
5	- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	компьютерных технологий.												
	Владеть:												
10	- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>													
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК											
12	ОПК-4. Способен планировать химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13		ОПК-4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1 Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
		1 СЕМЕСТР	
1	1	Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.	4
2	1	Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.	4
3	1	Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.	4
4	1	Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.	4
5	2	Основы МКТ. Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.	4
6	2	Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.	4
7	2	Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.	4
8	2	Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс.	4

		Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.	
		2 СЕМЕСТР	
9	3	Некоторые сведения о системах единиц. Порядок решения физических задач. Кинематика. Векторная и координатная формы описания движения материальной точки. Кинематические уравнения движения. Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематические характеристики вращательного движения.	6
10	3	Динамика. Второй закон Ньютона. Движение тела под действием временной силы. Движение тела переменной массы. Закон сохранения импульса. Неупругое и упругое столкновение шаров. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Силы трения. Работа постоянной и переменной силы. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии в механике.	6
11	3	Динамика вращательного движения. Основной закон динамики вращательного движения. Момент инерции. Теорема Штейнера. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.	8
12	3	Кинематика гармонических колебаний. Динамика гармонических колебаний. Физический маятник. Затухающие и вынужденные колебания.	4
13	4	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для идеального газа. Распределения Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла.	4
14	4	Первое начало термодинамики и применение его к изопроцессам. Теплоемкость идеального газа. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.	8
15	4	Явление переноса. Диффузия. Теплопроводность. Вязкость. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Идеальная жидкость. Уравнение неразрывности. Закон Бернулли. Формула Торричелли.	4
16	5	Взаимодействие точечных зарядов. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Связь потенциала с напряженностью. Теорема Остроградского-Гаусса и применение ее к расчету электрических полей, обладающих симметрией.	8
		3 СЕМЕСТР	
1	6	Магнитное поле и его характеристики. Применение закона Био-Савара-Лапласа и теоремы о циркуляции к расчету магнитных полей.	4
2	6	Закон Ампера. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле.	4
3	6	Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в	4

		магнитном поле.	
4	6	Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.	4
5	7	Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Интерферометры.	2
6	7	Дифракция света. Метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера от одной щели. Дифракционная решетка.	2
7	7	Поляризация света. Закон Брюстера. Закон Малюса.	2
8	7	Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.	2
9	7	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Тормозное излучение. Атом водорода по Бору. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей.	2
		4 СЕМЕСТР	
1	8	Микрочастица в бесконечно глубокой, прямоугольной потенциальной яме. Потенциальная ступень. Потенциальный барьер.	10
2	8	Многоэлектронный атом. Векторная модель атома. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Опыты Штерна-Герлаха.	12
3	9	Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.	12
4	9	Квантовая теория теплоемкости твердых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы. Элементы ядерной физики. Дозиметрия.	12
5	10	Квантовый гармонический и ангармонический осциллятор.	4
6	10	Строение атома. Атом водорода: расчёт распределение плотности вероятности электрона в атоме. Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.	4
7	11	Квантовая теория теплоёмкостей твёрдых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы.	8
8	11	Геометрическая кристаллография. Основы кристаллохимии.	8
9	11	Вычисление коэффициента заполнения для а) простой куб ячейки; б) для ОЦК ячейки. Вычисление коэффициента заполнения ГЦК ячейки структуры алмаза.	4
10	11	Расчёт размеров пустот в плотноупакованных структурах. Расчёт энергии ионного кристалла (пример структура NaCl).	4

11	11	Расчет радиуса шара для случая плотноупакованной структуры, который можно поместить в тетраэдрическую пустоту.	4
12	11	Исследование, каким образом рассчитывается энергия решётки кристалла NaCl для Na пар ионов.	4

6.2 Лабораторные занятия.

Лабораторный практикум по дисциплине «Физика» 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 курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой (1- 3 семестры), экзамена (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

Совокупная оценка по дисциплине в 1 семестре складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) по 30 баллов за каждую и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка по дисциплине во 2 семестре складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) по 30 баллов за каждую и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка в 3 семестре складывается из оценок за выполнение четырёх контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) по 15 баллов за каждую и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка в 4 семестре складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) по 30 баллов за каждую и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов)

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Примеры заданий к контрольной работе № 1 (семестр 1). Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

1. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.
2. Шар массой 10 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой 4 кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
3. Снаряд массой 10 кг обладал скоростью 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой 3 кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2 (1 семестр). Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

1. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
2. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу A расширения газа.
3. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3) приращение внутренней энергии газа.
4. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.
5. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
6. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Примеры заданий к контрольной работе № 3 (2 семестр). Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

1. Однородный стержень массой 0,1 кг может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O , расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с, его масса 2 г. Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
2. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг, закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстоящую от его верхнего конца на одну четверть. Шарик можно считать материальными точками.
3. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг, масса диска 2 кг. Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на $1/3$ его длины.
5. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины 0,2 м и двух шариков массами 30 г и 50 г, укрепленных на

концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шарики можно рассматривать как материальные точки.

6. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г. Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см.

Примеры вопросов к контрольной работе № 4 (2 семестр). Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $1/3$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.
3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до $0,02$ средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до $0,02$ кТ. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.
5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $0,5$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.
6. Найти среднее значение энергии молекулы массой m при значении температуры T .

Примеры вопросов к контрольной работе № 5 (3 семестр). Контрольная содержит 2 задачи. 1 задача-7 баллов, 2 задача 8 баллов.

1. Прямой металлический стержень диаметром 5 см и длиной 4 м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд 500 нКл. Определить напряженность E поля в точке, находящейся на расстоянии 1 см от его поверхности против середины стержня.
2. Два точечных заряда 2 нКл и -1 нКл находятся на расстоянии 3 см друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.
3. На металлической сфере радиусом 10 см находится заряд 1 нКл. Определить напряженность электрического поля в следующих точках: 1) на расстоянии 8 см от центра сферы; 2) на ее поверхности; 3) на расстоянии 15 см от центра сферы. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния от центра сферы.
4. Расстояние между зарядами +3 нКл и -3 нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность и потенциал поля, создаваемого диполем в точке, удаленной на 8 см как от первого, так и от второго заряда.
5. Тонкое кольцо радиуса 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м. Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см?
6. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 0,5 м от проволоки против ее середины равна 200 В/м.
7. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью 1 мКл/м². На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности через этот круг.

8. Диполь с электрическим моментом $20 \text{ нКл}\cdot\text{м}$ находится в однородном электрическом поле напряженностью 50 кВ/м . Вектор электрического момента составляет угол 60° с линиями поля. Какова потенциальная энергия диполя?
9. Диполь с электрическим моментом $200 \text{ мКл}\cdot\text{м}$ свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 150 кВ/м . Вычислить работу A , необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол 180° градусов.
10. Диполь с электрическим моментом $100 \text{ мКл}\cdot\text{м}$ свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью $E=10 \text{ кВ/м}$. Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол 60° градусов.

Примеры вопросов к контрольной работе № 6 (3 семестр). Контрольная содержит 2 задачи. 1 задача-7 баллов, 2 задача 8 баллов.

1. Найти магнитную индукцию в центре кольца с током 10 А , радиус кольца равен 5 см .
2. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 8 см равна 30 А/м . Определить напряженность поля, создаваемого витком в точке, лежащей на оси витка на расстоянии 6 см от его центра.
3. По прямому бесконечно длинному проводу течет ток 50 А . Определить индукцию B в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.
4. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут одинаковые токи 10 А в противоположных направлениях. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного и 3 см от другого провода.
5. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи 30 А и 40 А . Расстояние между проводами 20 см . Определить магнитную индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние 20 см .
6. Квадратная проволочная рамка с длинным прямым проводом расположена в одной плоскости так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА . Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.
7. Тонкий провод в виде дуги, составляющей две трети кольца радиусом 15 см , находится в однородном магнитном поле 20 мТл . По проводу течет ток 30 А . Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие провода находятся вне поля. Определить силу, действующую на провод.
8. Двухпроводная линия состоит из длинных параллельных прямых проводов, находящихся на расстоянии 4 мм друг от друга. По проводам текут одинаковые токи 50 А . Определить силу взаимодействия токов, приходящуюся на единицу длины провода.
9. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м . Магнитный момент витка равен $1 \text{ А}\cdot\text{м}^2$. Вычислить силу тока в витке и радиус витка.

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 7 (3 семестр). Максимальная оценка – 6 баллов. Контрольная содержит 2 задачи, по 3 балла за задачу.

1. На пути монохроматического света с длиной волны $0,6 \text{ мкм}$ находится плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $0,1 \text{ мм}$. Свет падает на пластинку нормально. На какой угол следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути изменилась на половину длины волны?
2. Расстояние между двумя когерентными источниками света равно $0,1 \text{ мм}$ при длине волны $0,5 \text{ мкм}$. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см . Определить расстояние от источников до экрана.
3. В опыте Юнга расстояние между щелями равно $0,8 \text{ мм}$, длина волны 640 нм . На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм ?

4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны 0,6 мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.
5. На мыльную пленку (показатель преломления 1,3), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?
6. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта (длина волны 0,5 мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от фронта волны.
7. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57 градусов. Определить скорость света в этом кристалле.
8. Пучок естественного света падает на стеклянную (показатель преломления 1,6) призму. Определить двугранный угол призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

Примеры вопросов к контрольной работе № 8 (3 семестр). Контрольная содержит 2 задачи. 1 задача-7 баллов, 2 задача 8 баллов.

1. Определить энергию, излучаемую за время 1 минута из смотрового окошка площадью 8 см² плавильной печи, если ее температура 1200 К. Считать, что печь излучает как абсолютно черное тело.
2. Определить температуру абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра (длина волны 750 нм).
3. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта 500 нм.
4. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.
5. Определить давление солнечного излучения на зачерненную пластинку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам и находящуюся вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца.
6. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.

Примеры вопросов к контрольной работе № 9 (4 семестр).

Контрольная работа содержит 1 задачу -30 баллов.

1. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
2. Определить относительную погрешность, которая будет допущена, если при вычислении теплоемкости C вместо значения, даваемого теорией Эйнштейна, воспользоваться значением, даваемым законом Дюлонга и Пти.
3. Определить энергию U и теплоемкость C системы, состоящей из $N=10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов. Температура $T=300$ К.
4. Определить максимальную частоту собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура равна 180 К.
5. Определить угол ϕ между орбитальными моментами импульсов двух электронов, один из которых находится в d-состоянии, другой — в f-состоянии, при следующих условиях: 1) полное орбитальное квантовое число $L=3$; 2) искомый угол — максимальный; 3) искомый угол — минимальный.

Примеры вопросов к контрольной работе № 10 (4 семестр). Контрольная работа содержит 1 задачу- 30 баллов.

1. Найти плотность кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная решетки при той же температуре равна 0,452 нм.
2. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
3. Определить относительную атомную массу кристалла, если известно, что расстояние между ближайшими соседними атомами равно 0,304 нм. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность кристалла равна 534 кг/м³.
4. Вычислить постоянную решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр решетки равен 0,359 нм. Плотность кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3$ кг/м³.
5. Система плоскостей в примитивной кубической решетке задана индексами Миллера (221). Найти наименьшие отрезки, отсекаемые плоскостью на осях координат, и изобразить эту плоскость графически.
6. Вычислить угол ϕ между нормальными к плоскостям (в кубической решетке), заданных индексами Миллера (111) и (111).
7. Электрон движется со скоростью $v=200$ Мм/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.
8. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?
9. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T=1$ кэВ.
10. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda=3$ нм.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачёт с оценкой, 2 семестр-зачёт с оценкой, 3 семестр- зачёт с оценкой, 4 семестр-экзамен). Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса и 2 задачи.

Каждый вопрос и задача оцениваются по 10 баллов.

8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 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. Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости.
2. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение.
3. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении.
4. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения.
5. Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения.
6. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила.
7. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы.
8. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения.

9. Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность.
10. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии
11. Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник.
12. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны.
13. Основы МКТ. Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул.
14. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура.
15. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона.
16. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела.
17. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.
18. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе.
19. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачёт с оценкой).

Билет для зачёта с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 3,4 и 5 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи, по 10 баллов.

1. Предмет кинематики. Кинематические характеристики поступательного движения. Перемещение, скорость, нормальное и тангенсальное ускорение.
2. Вращательное движение твердого тела и его кинематические характеристики: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение.
3. Предмет динамики. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
4. Массы и силы в механике (гравитационные, упругие, вязкие). Законы Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе.
6. Момент силы и момент инерции материальной точки и твердого тела. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно оси.
7. Закон сохранения момента импульса. Жесткий ротатор, как модель двухатомной молекулы. Приведенная масса и ее роль.
8. Кинематика гармонических колебаний. Амплитуда, частота и фаза гармонических колебаний. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты.
9. Динамика гармонических колебаний. Дифференциальные уравнения гармонических колебаний. Математический, пружинный и физический маятник. Двухатомная молекула, как линейный гармонический осциллятор.
10. Дифференциальные уравнения затухающих и вынужденных колебаний. Логарифмический декремент затухания. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Понятие о резонансе.

12. Волновые движения. Волны продольные и поперечные. Длина волны, волновое число. Дифференциальное волновое уравнение. Энергия переносимая волной. Поток энергии и плотности потока энергии. Волнового движения.
13. Молекулярно-кинетический метод изучения системы многих частиц (атомов и молекул). Размеры, сечения столкновения и средняя длина свободного пробега молекул. Число Ван-дер-Ваальса.
14. Идеальный газ. Основное уравнение Молекулярно-кинетической теории идеального газа. Функция распределения молекул по абсолютным значениям скорости (распределение Максвелла). Вероятнейшая, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорость молекул.
15. Термодинамический метод в физике. Основные понятия и параметры характеризующие состояние системы (объем, давление, температура). Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам (изотерам, изохора, изобара, адиабата). Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме.
16. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии.
17. Элементы физической кинетики. Перенос энергии, импульса и массы на молекулярном уровне. Диффузия, закон Фика. Теплопроводность, закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.
18. Коэффициенты переноса и их зависимости от давления, температуры и размеров молекул. Особенности явлений переноса в ультраразряженных газах.
19. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл входящих в него поправок, отличающий реальный газ от идеального. Изотермы реальных газов. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

8.3.3 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачёта включает контрольные вопросы по разделам 6 и 7 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи, по 10 баллов.

1. Электромагнетизм. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа.
2. Магнитная индукция прямого и кругового тока. Магнитный дипольный момент кругового тока. Теорема о циркуляции. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле.
3. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Напряженность магнитного поля. Намагниченность. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).
4. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Уравнение электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
5. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Экстратоки замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.
6. Уравнения Максвелла. Ток смещения. Вектор электрического смещения. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон полного тока. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в неё уравнений.
7. Возникновение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитной волны. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Вектор Пойнтинга. Принцип относительности в электродинамике.
8. Электромагнитная природа света. Поперечность электромагнитных волн.

- Монохроматические волны. Когерентность. Методы получения когерентных источников. Условия усиления и ослабления света при интерференции.
9. Оптическая длина пути и оптическая разность хода лучей. Интерференция волн от двух когерентных точечных источников. Ширина интерференционной полосы. Интерферометр Майкельсона. Интерференция света в тонких пленках.
10. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике.
11. Волноводы и световоды. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
12. Поляризация волн. Естественный и поляризованный свет. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.
13. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Рассеяние света. Закон Релея. Поглощение света. Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
14. Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка.
15. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и объяснения законов фотоэффекта. Определение постоянной Планка.
16. Элементы специальной теории относительности. Эффект Комптона. Коротковолновая граница рентгеновского излучения. Фотон – элементарная частица. Энергия, масса и импульс фотона.
17. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах излучения атома водорода.
18. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору. Сериальная формула.
19. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов.
20. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка с помощью соотношения неопределенностей энергии основного состояния связанной частицы, и естественной ширины спектральной линии.
21. Волновая функция и её статистический смысл. Нормировка волновой функции. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Стандартные условия, налагаемые на волновую функцию.
22. Квантовая частица в одномерной, бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Собственные значения энергии частицы и собственные нормированные волновые функции, описывающие её состояние.
23. Одномерная потенциальная ступень (порог). Коэффициент отражения и прохождения. Одномерный потенциальный барьер. Коэффициент прохождения (прозрачности).
24. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода (в сферических координатах). Собственные волновые функции и квантовые числа, характеризующие состояние электрона в атоме.
25. Собственная волновая функция, описывающая основное состояние атома водорода. Радиальное распределение плотности вероятности обнаружения электрона. Квантовый гармонический и ангармонический осцилляторы. Молекулярные спектры.
26. Орбитальное гироманнитное отношение. Опыты Штерна-Герлаха. Спин электрона. Спиновое гироманнитное отношение. Спин-орбитальное взаимодействие.
27. Многоэлектронный атом. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома.

Фактор Ланде. Эффект Зеемана.

28. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.

29. Симметричные и антисимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ.

30. Понятия о квантовых теориях теплоемкостей по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Фононы. Предельный закон Дебая.

31. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.

32. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Современная физическая картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория.

8.3.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи, по 10 баллов

1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.

2. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы.

3. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).

4. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.

5. Элементы физики твёрдого тела. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.

6. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.

7. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне).

8. Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

8.4 Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (1, 2 и 3 семестр) и экзамена (4 семестр)

Зачёт с оценкой по дисциплине «Физика» проводится в 1,2 и 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-7 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёта с оценкой** состоит из 2 вопросов и 2 задач, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачёта с оценкой:

«Утверждаю» зав.каф. Сколтеха	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет

(Должность, наименование кафедры) <u>В.Ф.Травень</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2023г.	им. Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль - «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Физика	
Билет № 1	
1. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе. 2. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. 3. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу А расширения газа. 4. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.	

Экзамен по дисциплине «**Физика**» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов и 2 задач, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» <u>зав.каф. Сколтеха</u> (Должность, наименование кафедры) <u>В.Ф.Травень</u> (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2023г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет
	им. Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
Профиль - «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»	
Физика	
Билет № 1	
1. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. 2. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории 3. Определить энергию U и теплоемкость C системы, состоящей из $N=10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов. Температура $T=300$ К.. 4. Вычислить постоянную решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр решетки равен 0,359 нм. Плотность кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3$ кг/м ³ .	

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература:

1. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2012. - 528 с

2. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 2. Электричество: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 442 с
3. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 537 с
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк. - 1988. - 527 с
5. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - Изд. 17-е, стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 560 с.

Б. Дополнительная литература:

1. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с.
2. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с.
3. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с.
4. Иродов И. Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] - 13-е изд. (эл.). - М.: Лаборатория знаний, 2017. – 312 с.
5. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы [Электронный ресурс] – 10-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 322 с.
6. Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы [Электронный ресурс] - 7-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 265 с.
7. Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс]: учебное пособие - 7-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 261 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- = <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- = <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- = <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- = <http://findebooker.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
- = <http://lcweb.loc.gov> - Библиотека Конгресса США

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;

- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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 «Физика» проводятся в форме лекций, семинаров и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в механику.	<i>Знает:</i> - физические основы механики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за зачёт (1 семестр)

	выбора метода исследования.	
Раздел 2. Введение в молекулярно-кинетическую теорию и термодинамику.	<i>Знает:</i> -физические основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за зачет (1 семестр)
Раздел 3. Физические основы механики	<i>Знает:</i> -физические основы механики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр) Оценка за зачёт (2 семестр)

	-применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 4. Основы молекулярной физики	<i>Знает:</i> - физические основы молекулярной физики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных	Оценка за контрольную работу №4 (2 семестр) Оценка за зачёт (2 семестр)

	компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток	<i>Знает:</i> - физические основы электростатики и электродинамики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №5 (3 семестр) Оценка за зачёт (1 семестр)

Раздел 6. Электромагнетизм	<i>Знает:</i> -физические основы электромагнетизма; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр) Оценка за зачёт (3 семестр)
Раздел 7. Оптика	<i>Знает:</i> -физические основы геометрической и волновой оптики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при	Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр) Оценка за зачёт (3 семестр)

	решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 8. Элементы квантовой физики	<i>Знает:</i> - физические основы квантовой физики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i>	Оценка за контрольную работу №8 (3 семестр) Оценка за зачёт (3 семестр)

	- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 9. Элементы квантовой статистики	<i>Знает:</i> - физические основы квантовой статистики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №9 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)

Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории	<i>Знает:</i> -физические основы зонной теории; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №9 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)
Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела	<i>Знает:</i> -физические основы физики твёрдого тела; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;	Оценка за контрольную работу № 10 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)

	-проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ 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).

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом МГУ к.х.н. Константиновой Н.М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Физическая химия»** относится к Обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей физики.

Цель дисциплины – показать роль физической химии как теоретического фундамента современной химии, научить основам химической термодинамики, теории растворов и фазовых и химических равновесий, основам химической кинетики и катализа, электрохимии, дать представления о механизмах химических реакций.

Задачи дисциплины – привить учащимся навыки систематического подхода к решению химических задач фундаментального и прикладного характера, познакомить с современными подходами и методами изучения физико-химических свойств веществ и многокомпонентных систем.

Дисциплина **«Физическая химия»** 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**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах;
- способы аналитического описания свойств физико-химических систем;

уметь:

- формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии;
- получать физико-химические данные,
- проводить их математическую обработку,
- обобщать полученные результаты,

владеть:

- простейшими расчетными методами решения физико-химических задач;
- навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применением их при решении практических химических задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	1,8	64	48,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак зан.	Сам. работа
	Раздел 1. Введение в физическую химию. Основные законы и постулаты физической химии. Математический аппарат.	56	20	20	16
1.1	Физическая химия, ее место среди других разделов химии, основные понятия.	5,6	2	2	1,6
1.2	Уравнения состояния газовой и конденсированной фазы.	5,6	2	2	1,6
1.3	Первый закон термодинамики.	11,2	4	4	3,2
1.4	Термохимия. Теплосодержание	11,2	4	4	3,2
1.5	Второй закон термодинамики.	11,2	4	4	3,2
1.6	Термодинамические потенциалы.	11,2	4	4	3,2
	Раздел 2. Приложения химической термодинамики. Растворы. Фазовые и химические равновесия.	79	28	28	23
2.1	Растворы, законы в газовых и конденсированных системах.	5,7	2	2	1,7
2.2	Идеальные и реальные растворы. Модели растворов неэлектролитов.	11,3	4	4	3,3
2.3	Растворы электролитов.	11,3	4	4	3,3
2.4	Фазовые равновесия однокомпонентных систем.	5,7	2	2	1,7
2.5	Фазовые равновесия двухкомпонентных систем.	22,4	8	8	6,4
2.6	Химическое равновесие. Факторы, влияющие на выход реакции (процесса).	11,3	4	4	3,3
2.7	Дополнительные виды работ (адсорбционные и электрохимические равновесия).	11,3	4	4	3,3
	Раздел 3. Формальная химическая кинетика. Катализ.	45	16	16	13
3.1	Основные понятия. Описание реакции различных порядков. Зависимость скорости реакций от температуры.	16,9	6	6	4,9
3.2	Сложные реакции. Приближенные методы химической кинетики.	16,9	6	6	4,9
3.3	Основы катализа. Гомогенный и гетерогенный виды катализа.	11,2	4	4	3,2
	ИТОГО	180	64	64	52
	Экзамен (если предусмотрен УП)	36			
	ИТОГО	216			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в физическую химию. Основные законы и постулаты физической химии. Математический аппарат.

Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система, контрольная поверхность, среда. Термодинамические переменные и их классификации (внутренние, внешние, интенсивные, экстенсивные, обобщенные силы и обобщенные координаты и т. п.). Термодинамические процессы (обратимые, необратимые, самопроизвольные, несамопроизвольные, изотермические, изобарные, изохорные, адиабатические). Теплота и работа. Функции состояния и функционалы. Постулаты термодинамики.

Уравнения состояния идеальных и реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критическая точка и критические параметры. Вириальные уравнения состояния. Фактор сжимаемости. Принцип соответственных состояний. Уравнения состояния для жидкостей и твердых тел.

Первый закон термодинамики. Его формулировка и запись в дифференциальной и интегральной формах. Внутренняя энергия как термодинамическая функция и ее молекулярная интерпретация. Зависимость внутренней энергии от температуры и объема. Энтальпия как функция состояния. Вычисление работы для различных процессов в газах. Взаимные превращения теплоты и работы.

Теплоты различных процессов. Теплоемкости газов и кристаллических тел. Зависимость теплоемкости от давления и температуры для индивидуального вещества. Способы оценки теплоемкостей.

Термохимия. Теплоты химических реакций. Термохимические уравнения. Закон Гесса. Теплоты сгорания и энтальпии образования, энтальпии образования ионов в растворах, их использование для расчета тепловых эффектов химических реакций (в т.ч. с использованием таблиц термодинамических свойств индивидуальных веществ). Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость тепловых эффектов реакций от температуры и давления. Уравнение Кирхгоффа в дифференциальной и интегральной формах.

Второй закон термодинамики, его различные формулировки и их взаимосвязь. Изменение энтропии при различных обратимых процессах и вычисление энтропии из опытных данных. Вычисление энтропии идеальных газов. Изменение энтропии при необратимых процессах. Неравенство Клаузиуса. Некомпенсированная теплота и «потерянная работа».

Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка и область его применимости. Свойства тел вблизи абсолютного нуля. Абсолютные значения энтропии. Условия фазового равновесия.

Математический аппарат термодинамики. Фундаментальное уравнение Гиббса. Преобразования Лежандра. Определение функций состояния F , G , H . Соотношения Максвелла. Уравнение Гиббса-Дюгема. Определение $C_p - C_v$: в общем виде, для идеального и реальных газов. Вычисление энергии (энтальпии) как функций температуры и объема (давления).

Характеристические функции, их определение и свойства. Энергии Гельмгольца и Гиббса как характеристические функции. Условия равновесия и экстремумы характеристических функций. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его различные формы.

Раздел 2. Приложения химической термодинамики. Растворы. Фазовые и химические равновесия.

Классификация растворов. Способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Закон Рауля и закон Генри. Термодинамические свойства газовых смесей.

Химический потенциал компонента идеального и реального газового и конденсированного раствора. Стандартное состояние для химического потенциала. Летучесть и ее вычисление для реальных газов. Метод активностей Льюиса. Расчет коэффициентов активности из экспериментальных данных. Парциальные мольные величины, методы их определения. Обобщенное уравнение Гиббса - Дюгема.

Функции смешения. Термодинамические модели растворов. Уровни отсчета свойств растворов, избыточная энергия Гиббса раствора. Симметричная и несимметричная системы отсчета. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные, строго регулярные растворы и их свойства. Современные модели растворов неэлектролитов (общие представления). Коллигативные свойства растворов. Осмос.

Энергии кристаллической решетки и сольватации ионов. Растворы электролитов. Среднеионный коэффициент активности. Различные приближения теории Дебая-Хюккеля. Способы оценки термодинамических свойств растворов электролитов.

Правило фаз Гиббса. Определение фазы, компонента, числа степеней свободы, фазовой диаграммы. Вывод правила фаз. Формульная матрица.

Расчеты фазовых равновесий в однокомпонентной системе: а) из общего условия равновесия, б) из частного условия равновесия в дифференциальной и интегральной формах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и фазовые переходы первого рода. Его применение к процессам плавления, испарения и сублимации в однокомпонентных системах. Уравнение Антуана. Фазовые переходы второго рода.

Расчеты фазовых равновесий а) из общего условия равновесия, б) из частных условий равновесия в двухкомпонентных системах: 1) жидкость-газ, 2) с простой эвтектикой, 3) взаимной растворимостью компонентов в твердом и жидком состоянии. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные смеси и их свойства. Вывод уравнений Шредера и Планка-ван Лаара. Коллигативные свойства растворов. Осмос.

Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса, способ определения состава системы.

Химическая переменная. Общие и частные условия химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Связь между разными константами равновесия. Термодинамические расчеты выхода продуктов реакции при протекании одной и нескольких химических реакций.

Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа и его интегрирование. Расчеты констант химических равновесий с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование при расчетах химических равновесий. Нетермохимическое определение теплот реакций. Принцип Ле Шателье-Брауна.

Расчеты выходов продуктов реакции для неидеальных систем. Зависимость выхода от природы инертного растворителя.

Химические равновесия в гетерогенных системах с образованием и без образования твердых растворов (запись констант равновесия, примеры). Расчеты констант

химических равновесий с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Современные методы расчета составов равновесных смесей.

Адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Метод «избытков Гиббса» и метод «полного содержания». Уравнения изотермы и изобары адсорбции. Изостерическая теплота адсорбции. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости. Уравнения Генри и Фрейндлиха. Константа адсорбционного равновесия. Полимолекулярная адсорбция, ее приближенное описание методом Брунауэра - Эммета - Теллера (БЭТ). Использование уравнения БЭТ для определения поверхности адсорбентов.

Окислительно-восстановительные реакции в гальваническом элементе. Электрохимические равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала. ЭДС. Связь ЭДС с энергией Гиббса потенциалобразующей реакции. Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Потенциометрия как метод определения термодинамических свойств конденсированных фаз.

Раздел 3. Формальная химическая кинетика. Катализ.

Основные понятия и методы формальной кинетики. Экспериментальное определение скорости химической реакции в закрытой и открытой системах. Кинетические уравнения и методы их изучения. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции (на примере реакции образования HBr). Прямая и обратная задачи химической кинетики.

Постулаты формальной кинетики. Кинетический закон действующих масс, принцип независимости реакций, принцип детального равновесия. Лимитирующие стадии сложных химических реакций. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса, энергия активации.

Формально-кинетические уравнения реакций n -го порядка. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений. Время полупревращения, среднее время жизни.

Сложные реакции. Обратимые реакции первого порядка. Связь констант скоростей прямой и обратной реакции с константой равновесия и термодинамическими потенциалами. Параллельные реакции. Энергия активации сложных реакций. Последовательные реакции. Вывод кинетического уравнения и его анализ для необратимой реакции: $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$. Кинетические кривые и экспериментальное определение констант скоростей.

Метод квазистационарности Боденштейна и область его применимости. Теорема Тихонова, анализ точного и приближенного решения кинетического уравнения для реакции $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$. Метод квазиравновесных концентраций.

Основные понятия и применения катализа, определения и классификации. Основные механизмы каталитических реакций: переносный, активационный, координационный. Вакер-процесс; механизм Косси для реакции Циглера-Натта. Каталитические реакции основных процессов химической технологии.

Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного катализа. Твердые кислоты как катализаторы. Свойства цеолитов как кислотно-основных катализаторов. Кинетика реакций общего кислотного и общего основного катализа. Механизмы реакций и лимитирующие стадии. Кинетические уравнения и определение элементарных констант из опытных данных. Уравнение Бренстеда и его следствия.

Кинетика реакций специфического кислотного катализа. Механизмы реакций и лимитирующие стадии процесса. Функция кислотности Гаммета и ее применение в кинетике. Кинетические уравнения для реакций кислотного катализа. Сверхкислоты, супероснования и их свойства.

Гетерогенный катализ. Кинетический закон действующих масс для гетерогенных процессов и особенности записи константы равновесия для реакции на поверхности раздела фаз. Кинетика Лэнгмюра–Хиншельвуда для реакции на однородной поверхности катализатора. Эффективные энергии активации гетерогенных процессов.

Принципы геометрического и энергетического соответствия. Современные представления о механизмах гетерогенных реакций.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах;	+	+	+	
2	– способы аналитического представления этих закономерностей	+	+	+	
	Уметь:				
3	– формулировать конкретные химические задачи на основе законов и закономерностей;	+	+	+	
4	– получать физико-химические данные;	+	+	+	
	– проводить их математическую обработку;	+	+	+	
	– обобщать полученные результаты	+	+	+	
	Владеть:				
5	– простейшими расчетными методами решения физико-химических задач;	+	+	+	
6	– навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применения их при решении практических химических задач	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>Универсальные и Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
7	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	+	+	+
8	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций помощь, описывает способы участия в	+	+	+

		восстановительных мероприятиях			
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
9	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+
10	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного 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	Уравнения состояния. Газовая и конденсированная фазы.	4
2	1	Первый закон термодинамики. Расчет работ в различных процессах.	4
3	1	Термохимия. Применение закона Гесса.	4
4	1	Второй закон термодинамики. Расчет энтропии в различных процессах.	4
5	1	Термодинамические потенциалы.	4
6	2	Расчет парциальных свойств. Растворы идеальные и предельно разбавленные.	2
7	2	Растворы реальные. Модели растворов.	4
8	2	Растворы электролитов.	2
9	2	Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов.	2
10	2	Расчет фазовых диаграмм однокомпонентных систем.	2
11	2	Расчет фазовых диаграмм двухкомпонентных систем.	4
12	2	Применение современных программных комплексов для расчетов фазовых диаграмм	4
13	2	Химическое равновесие	4
14	2	Равновесие при наличии других видов работ (адсорбционные и электрохимические равновесия)	4
15	3	Решение прямой кинетической задачи для реакций различных порядков.	2
16	3	Способы определения порядков реакций.	2
17	3	Температурная зависимость константы скорости реакции от температуры.	2
18	3	Сложные реакции.	4
19	3	Квазистационарное и квазиравновесное приближения при решении кинетических уравнений.	2
20	3	Гетерогенный и гомогенный катализ	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Физическая химия*» 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

– подготовку к сдаче **экзамена** (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 контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую.

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

Задача 1.1.

Для решетчатого газа известно уравнение состояния: $p(V, T) = -\frac{RT}{a} \ln \left(1 - \frac{a}{V} \right)$, где a – постоянная. Найдите зависимость внутренней энергии от объема и энтальпии от давления для такого газа.

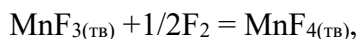
Задача 1.2.

Найдите стандартную энтальпию реакции $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_{(\text{г})} + 2\text{Cl}_{(\text{г})}$ при $T = 2000\text{K}$, если известны стандартные энтальпии образования атомарных водорода и хлора: $\Delta_f H_0^\circ(\text{H}_{(\text{г})}) = 216 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$, $\Delta_f H_0^\circ(\text{Cl}_{(\text{г})}) = 119.6 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. Изменение энтальпии газов, находящихся в стандартном состоянии от 0 до 2000K ($H_{2000}^\circ - H_0^\circ$) равно 61.4 кДж·моль⁻¹ для $\text{H}_{2(\text{г})}$, 72.4 кДж·моль⁻¹ для $\text{Cl}_{2(\text{г})}$, 41.57 кДж·моль⁻¹ для $\text{H}_{(\text{г})}$ и 43.78 кДж·моль⁻¹ для $\text{Cl}_{(\text{г})}$. Определите также тепловой эффект реакции при постоянном объеме и температуре 298K.

Задача 1.3.

Когда оценивают шансы на успех при синтезе нового химического соединения, часто используют величины энергий кристаллических решеток. Эти энергии можно рассчитать теоретически.

Можно ли синтезировать MnF_4 по реакции:



если энергии кристаллических решеток MnF_4 и MnF_3 равны, соответственно, -906 и - 690 кДж·моль⁻¹. Энтальпия образования атома фтора: 73.9 кДж · моль⁻¹, сродство к электрону атома фтора: - 334 кДж·моль⁻¹, четвертый потенциал ионизации марганца: 450 кДж·моль⁻¹. Все величины относятся к 0К. Дайте заключение о возможности синтеза. Какие допущения сделаны? Оцените давление фтора в системе, при котором синтез может быть осуществлен при 298К. Эта оценка снизу или сверху?

Задача 1.4

Рассчитайте энтропию 2 моль паров SO_2Cl_2 при температуре 100°C и давлении 0.2 атм, если известно следующее: $T_{\text{исп}}(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 69^\circ\text{C}$, стандартная энтальпия испарения при этой температуре $\Delta H^\circ_{\text{исп}} = 30.4$ кДж·моль⁻¹, $S^\circ_{298} = 217.2$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹, теплоемкость можно считать не зависящими от температуры, значения $C_{p,j}(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 131.8$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹ и $C_{p,l}(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 77.4$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹.

Задача 1.5.

Экспериментальная зависимость стандартной энергии Гиббса реакции $\frac{1}{2} \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{Cl}_2 = \text{HCl}$ дается уравнением $\Delta_r G^\circ = -22010 + 0.44 \cdot T \ln T - 4.95 \cdot T$ (кал). Найдите значение стандартной энтальпии образования и абсолютной энтропии HCl при 298 К.

Вещество	S°_{298} , кал · моль ⁻¹ · К ⁻¹	$C_{p,298}$, кал · моль ⁻¹ · К ⁻¹
H ₂	31.22	2.11
Cl ₂	53.34	8.12

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

Задача 2.1.

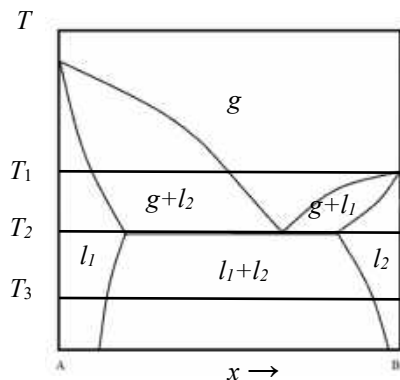
Выведите выражение для химического потенциала и коэффициента активности первого компонента атермального раствора.

Задача 2.2.

Газовая смесь, содержащая 97 мольных % H_2O и 3 мольных % H_2 , нагрета до 1000 К. Будет ли эта смесь реагировать с Ni, образуя NiO, если для реакции $\text{Ni (тв)} + 0.5\text{O}_2 = \text{NiO (тв)}$ $\Delta_r G^\circ(1000 \text{ K}) = -35400$ кал/моль, а степень диссоциации водяного пара по уравнению $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 0.5\text{O}_2$ при 1000 К и давлении 1 атм равна $2.467 \cdot 10^{-7}$?

Задача 2.3.

На диаграмме Розембома изобразите вид возможных концентрационных зависимостей энергий Гиббса фаз при заданных значениях температуры.



Задача 2.4.

Стандартная температура кипения пропана 231 К и *n*-бутана 273 К. Используя параметры уравнения Антуана для пропана и *n*-бутана,

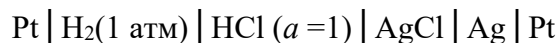
$$\lg p(\text{бар}) = A - B/(T(\text{К}) + C)$$

	C ₃ H ₈	<i>n</i> -C ₄ H ₁₀
A	3.98292	3.85002
B	819.296	909.65
C	-24.417	-36.146

- 1) Определите состав (мольные доли) жидкой и газовой фазы при 265 К, 250 К и 235 К и общем давлении $p = 1$ бар. Примите, что жидкая фаза подчиняется закону Рауля.
- 2) На основании рассчитанных данных изобразите сечение T - x фазовой диаграммы при $p = 1$ бар
- 3) Используя полученную фазовую диаграмму, оцените отношение количества каждой фазы для системы, содержащей 5 моль пропана и 5 моль *n*-бутана при температуре 245К и давлении 1 бар.

Задача 2.5.

Температурная зависимость стандартной ЭДС гальванического элемента



выражается уравнением $E^\circ(T, \text{К}) = 0.2366 - 4.856 \cdot 10^{-4}(T - 273) - 3.421 \cdot 10^{-6}(T - 273)^2$, В. Вычислите значения термодинамических величин $\Delta_r G^\circ$, $\Delta_r S^\circ$ и $\Delta_r H^\circ$, характеризующих протекающую в нём при 25°C реакцию.

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

Задача 3.1.

Скорость окисления бутанола-1 хлорноватистой кислотой не зависит от концентрации спирта и пропорциональна $[\text{HClO}]^2$. За какое время реакция окисления при 298 К пройдет на 90%, если исходный раствор содержал $0.1 \text{ моль}\cdot\text{л}^{-1}$ HClO и $1 \text{ моль}\cdot\text{л}^{-1}$ спирта? Константа скорости реакции равна $k = 24 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$.

Задача 3.2.

Для реакции димеризации бутадиена при нормальном давлении получена следующая зависимость константы скорости от температуры:

$$\lg k = 3.362 + 0.0215T - 5070/T \text{ (м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}\text{)}.$$

Определите энергию активации и предэкспоненциальный множитель при температуре 400К.

Задача 3.3.

Константа скорости прямой реакции *цис-транс*-изомеризации бутена-2 при 417°C равна $8.52 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$. Константа равновесия при этой температуре равна 1.14. В начальный момент времени присутствует только *цис*-изомер. Определите время, за которое прореагирует 30 % бутена-2.

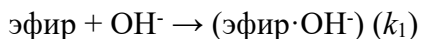
Задача 3.4.

Скорость автокаталитической реакции $A \rightarrow P$ описывается кинетическим уравнением $r = k[A][P]$. Решите это кинетическое уравнение и найдите зависимость степени превращения от времени. Начальные концентрации: $[A]_0 = a$, $[P]_0 = p$.

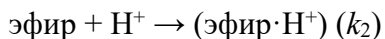
Задача 3.5.

Установлено, что гидролиз очень разбавленного раствора эфира при 25°C протекает по кислотнo-основному катализу, при этом обратная реакция (этерификации) практически не происходит, эфир растворим в воде и в отсутствии катализатора константа скорости реакции практически равна нулю. Процесс протекает по следующей схеме:

Специфический основной катализ:



Специфический кислотный катализ:



Экспериментально показано, что скорость гидролиза эфира практически одинакова для значений $\text{pH} = 1$ и $\text{pH} = 9$. Получите выражение для кажущейся константы скорости реакции. Зависит ли эта константа от pH раствора? Определите, чему равно значение pH при минимальном значении кажущейся константы скорости реакции. Какой катализ (специфический кислотный или основной) более эффективен в этом случае?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. по 10 баллов за вопрос.

1. Основные понятия химической термодинамики: система, фаза, компонент, составляющее системы. Классификация термодинамических свойств. Типы процессов. Постулаты и законы термодинамики. Температура.
2. Термические уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая изотерма. Критическая точка. Бинодаль и спинодаль. Термодинамические условия устойчивости.
3. Теорема о соответственных состояниях и ее трактовка в классической и статистической термодинамике. Вириальные уравнения. Уравнения состояния конденсированных фаз. Термические коэффициенты.
4. Первый закон термодинамики. Функции состояния и функции перехода. Теплота, работа и изменение внутренней энергии для различных процессов с идеальным газом. Энтальпия. Вычисление изменений внутренней энергии и энтальпии из опытных данных.
5. Закон Гесса, тепловые эффекты химических реакций. Выбор стандартного состояния. Стандартные энтальпии химических реакций. Энтальпии образования химических соединений. Следствия из закона Гесса.
6. Теплоемкости. Их определение в классической и статистической термодинамике. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Использование теплоемкостей для расчетов изменения энергии, энтальпии и энтропии.
7. Зависимость энтальпий химических реакций от давления и температуры. Уравнение Кирхгофа.
8. Второй закон термодинамики. Энтропия, как функция состояния. Изменение энтропии при необратимых процессах. Неравенство Клаузиуса, производство энтропии, "потерянная работа" и "некомпенсированная теплота". Вывод частных условий равновесия гетерогенной системы.
9. Энтропия как характеристическая функция переменных (U, V, n) и критерий направленности процессов. Уравнение Гиббса-Дюгема. Соотношения Максвелла. Зависимость энтропии от термодинамических переменных. Третий закон термодинамики, различные формулировки.
10. Преобразования Лежандра. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса как характеристическая функция переменных (T, p, n) . Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
11. Термодинамические потенциалы как характеристические функции и критерии самопроизвольного протекания процесса. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца в различных процессах.

12. Основные понятия термодинамики растворов. Законы Рауля и Генри. Функции образования и функции смешения. Выбор системы отсчета свойств раствора. Расчет активности компонента в разных системах сравнения.
13. Парциальные мольные свойства, их особенности и способы определения. Уравнение Гиббса-Дюгема, особенности его интегрирования.
14. Стандартный химический потенциал компонента идеальной и реальной газовой смеси. Летучесть, способы ее определения.
15. Стандартный химический потенциал компонента идеальных и реальных конденсированных растворов. Метод активностей Льюиса. Способы определения активности и коэффициентов активности.
16. Избыточная энергия Гиббса, способы ее описания. Термодинамическая классификация растворов. Регулярные и атермальные растворы. Термодинамическая устойчивость растворов. Расслаивание.
17. Энергия Гиббса растворов электролитов. Первое и второе приближения теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности.
18. Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Энергии кристаллической решетки и сольватации ионов. Уравнения Борна и Борна - Бьеррума.
19. Вывод условия равновесия гетерогенной системы. Правило фаз Гиббса.
20. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Расчет фазовой диаграммы из общего и частного условия равновесия. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Уравнение Антуана. Фазовые переходы первого и второго рода.
21. Расчет фазовых равновесий в двухкомпонентной системе с простой эвтектикой из общего и частных условий равновесия. Зависимость растворимости от температуры и давления (уравнения Шредера и Ван-Лаара).
22. Обобщенное уравнение фазовых равновесий Ван-дер-Ваальса. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропы.
23. Осмос, вывод уравнения Вант-Гоффа. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов, вывод из фазового равновесия бинарных систем. Коллигативные свойства в растворах электролитов.
24. Общее и частные условия химического равновесия в изолированных и закрытых системах. Химическая переменная.
25. Изотерма химической реакции. Стандартная энергия Гиббса химической реакции. Различные формы записи констант равновесия и связь между ними.
26. Зависимость констант равновесия от температуры. Изобара Вант-Гоффа и ее интегрирование. Зависимость констант равновесия от давления в газовых и конденсированных фазах.

27. Расчеты констант равновесия с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций и приведенной энергии Гиббса. Расчет равновесий в сложных и реальных системах. Влияние растворителей на выход реакции.
28. Электрохимический потенциал. Условия равновесия на границе электрода с раствором и в электрохимической цепи. Уравнение Нернста.
29. Термодинамика гальванического элемента. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к электрохимическим системам. Потенциометрия как метод определения термодинамических свойств растворов электролитов.
30. Адсорбция и ее определения. Метод избытков Гиббса, адсорбционное уравнение Гиббса.
31. Метод полного содержания. Мономолекулярная адсорбция на однородной поверхности (изотерма Лэнгмюра). Изотерма и изостера адсорбции. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ и его применение для определения поверхности твердых тел.
32. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений. Молекулярность и порядок реакции. Время полупревращения.
33. Методы определения порядка реакции. Кинетическое описание необратимых реакций нулевого, первого, второго и n -го порядков в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.
34. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса, его опытная проверка и теоретическая трактовка. Энергия активации.
35. Обратимая реакция первого порядка и определение её кинетических параметров. Связь с термодинамическими функциями.
36. Параллельные реакции, определение кинетических параметров из опытных данных. Энергия активации сложной реакции.
37. Необратимые последовательные реакции первого порядка (точное и приближенное решения кинетической задачи). Метод квазистационарных концентраций и условия его применения.
38. Методы квазистационарных и квазиравновесных концентраций в химической кинетике на примере последовательной реакции с обратимостью на первой стадии.
39. Основные понятия и классификации в катализе: гетерогенный и гомогенный катализ, активность и селективность катализаторов, число оборотов (TOF и TON). Нанокатализ.
40. Механизмы кислотно-основных каталитических реакций и их классификация. Кинетика реакций специфического кислотного(основного) и общего кислотного(основного) катализа. Лимитирующие стадии процесса. Функция кислотности Гаммета. Суперкислоты.

41. Описание кинетики реакций на гетерогенной поверхности, схемы Ленгмюра-Хиншельвуда и Ридила-Или; влияние сильной адсорбции продукта на вид кинетического уравнения.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (5 семестр).

Экзамен по дисциплине «**Физическая химия**» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Вопросы 1 и 2 по 15 баллов, вопрос 3- 10 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
	Кафедра Сколтеха
	Код и наименование направления подготовки Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
	Физическая химия
Билет № 1 1. Основные понятия химической термодинамики: система, фаза, компонент, составляющее системы. Классификация термодинамических свойств. 2. Обобщенное уравнение фазовых равновесий Ван-дер-Ваальса. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропы. 3. Энергия активации сложной реакции (параллельные и обратимые реакции).	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Еремин В.В., Каргов С.А., Успенская И.А. Основы физической химии. Теория. Т.1., М.: Бином, 2013
2. Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. М.: Мир, 2007
3. Пригожин И., Дефей Р. Химическая термодинамика. 2-е издание. М.: БИНОМ, 2010.
4. Физическая химия. Под ред. Краснова К.С. т.1,2. 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001
5. Полтораки О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991
6. Романовский Б.В. Основы катализа. М.: Бином, 2013
7. Романовский Б.В. Основы химической кинетики. М.: Экзамен, 2006
8. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. М.: Академия, 2003
9. Эммануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. 4-е изд. М.: Высшая школа. 1984
10. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. Химия, КолосС, 2008

Дополнительная литература

1. Дуров В. А., Агеев Е. П. Термодинамическая теория растворов. 2-е изд., М.: УРСС Едиториал, 2003
2. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. М.: Изд.МГУ, 1961

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал физической химии» ISSN 0044-4537
- Журнал «Calphad» ISSN 0364-5916
- Журнал «Fluid phase equilibria» ISSN 0378-3812
- Журнал «Materials science and engineering» ISSN 0921-5107
- Журнал «Chemical Physics Letters» ISSN 0009-2614
- Журнал «Thermochimica Acta» ISSN 0040-6031
- Журнал «Catalysis today» ISSN 0920-5861
- Журнал «Molecular catalysis» ISSN 2468-8231
- Журнал «The journal of Chemical Thermodynamics» ISSN 0021-9614

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- ИВТАНТЕРМО <http://www.ihed.ras.ru>, <http://www.chem.msu.ru/rus/handbook/ivtan/>.
- NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser/>
- SGTE www.sgte.org
- FACTSAGE <http://www.crct.polymtl.ca/fact/fact.htm>
- THERMOCALC <http://www.thermocalc.com>
- MTDATA <http://www.npl.co.uk/mtdata/>
- MALT www.kagaku.com/malt
- HSC www.outotec.com/

- OLI Systems www.olisystems.com/
- PIRIKA <http://www.pirika.com/>
- MEDUSA <http://www.kemi.kth.se/medusa/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: **(ПРИМЕР)**

- компьютерные презентации интерактивных лекций – __, (общее число слайдов – __);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – __);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – __).

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 «*Физическая химия*» проводятся в форме лекционных и 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, оборудованная меловой доской и учебной мебелью.

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.

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; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в физическую химию. Основные законы и постулаты физической химии. Математический аппарат.	<i>знает:</i> — основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах; — способы аналитического описания свойств физико-химических систем; <i>умеет:</i> — формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии; — получать физико-химические данные, — проводить их математическую обработку, — обобщать полученные результаты, <i>владеет:</i> — простейшими расчетными методами решения физико-химических задач;	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (5 семестр)

	– навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применения их при решении практических химических задач.	
Раздел 2. Приложения химической термодинамики. Растворы. Фазовые и химические равновесия.	<i>знает:</i> – основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах; – способы аналитического описания свойств физико-химических систем; <i>умеет:</i> – формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии; – получать физико-химические данные, – проводить их математическую обработку, – обобщать полученные результаты, <i>владеет:</i> – простейшими расчетными методами решения физико-химических задач; – навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применения их при решении практических химических задач.	Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр) Оценка за экзамен (5 семестр)
Раздел 3. Формальная химическая кинетика. Катализ.	<i>знает:</i> – основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах; – способы аналитического	Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр) Оценка за экзамен (5 семестр)

	описания свойств физико-химических систем; <i>умеет:</i> – формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии; – получать физико-химические данные, – проводить их математическую обработку, – обобщать полученные результаты, <i>владеет:</i> – простейшими расчетными методами решения физико-химических задач; – навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применения их при решении практических химических задач.	

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
«Физическая химия»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая культура и спорт»

Направление подготовки:

04.03.01 Химия

Профиль

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

Головиной Верой Анатольевной, проф., к.п.н., зав. каф. физвоспитания

Акуловой Татьяной Николаевной, доцентом кафедры физвоспитания

Носик Оксаной Владимировной, доцентом кафедры физвоспитания

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания
«11» июня 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева**. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение **одного семестра**.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической культуры и спорта.

Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования средств физической культуры и спорта для сохранения и укрепления своего здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – заключаются в обучении знаниям и навыкам в области физической культуры и спорта, необходимых для:

- самостоятельного поддержания своего физического здоровья методами физической культуры;
- повышения работоспособности;
- формирования здорового образа жизни.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** преподается в **1-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на

		рабочем месте. УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- нормы здорового образа жизни;
- основные здоровьесберегающие технологии;
- методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.

Уметь:

- применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности;
- использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья;
- предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте

Владеть:

- навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта;
- системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для дисциплин, изучаемых в течение одного семестра:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,1	40	30
Лекции	0,2	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа	0,9	32	24
Контактная самостоятельная работа (<i>АттмК</i>)	0,9	0,1	0,075
Самостоятельная подготовка и выполнение заданий текущего контроля		0,8	0,6
Вид итогового контроля	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек	Прак. зан.	СР
1.	Раздел 1. Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы	16	2	8	6
1.1	Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека	7	1	4	2
1.2	Основы организации физического воспитания	9	1	4	4
2.	Раздел 2. Социально-биологические основы физической культуры и спорта	18	2	8	8
2.1	Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма	9	1	4	4
2.2	Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни	9	1	4	4
3.	Раздел 3. Индивидуальный выбор видов спорта и систем физических упражнений	20	2	8	10
3.1	Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.	10	1	4	5
3.2	История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности.	10	1	4	5
4	Раздел 4. Медико-биологические основы физической культуры и спорта	18	2	8	8
3.1	Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки.	7	1	4	4
3.2	Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями	11	1	4	6
	ИТОГО	72	8	32	32

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы

1.1. Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека.

Физическая культура и спорт, как учебная дисциплина ФГОС ВО. Цели, задачи и место дисциплин физического воспитания в вузе. Основные понятия и термины физической культуры.

1.2. Основы организации физического воспитания.

Принципы социальной системы физической культуры и спорта. Формирование личности в процессе физического воспитания, объективные и субъективные факторы. Физическая культура и спорт как средства сохранения и укрепления здоровья студентов, их физического и спортивного совершенствования.

Раздел 2. Социально-биологические основы физической культуры и спорта

2.1. Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма.

Виды физической культуры. Роль отдельных систем организма в обеспечении физического развития. Утомление и переутомление при физической и умственной работе. Основные факторы производственной среды неблагоприятное влияние на организм человека. Обеспечение устойчивости к физической и умственной нагрузке средствами физической культуры и спорта. Воздействие внешней среды на организм человека, и роль двигательной функции в процессе повышения адаптационных возможностей организм.

2.2. Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни.

Здоровье человека как ценность и факторы, его определяющие. Понятие «здоровье», его содержание, критерии. Ценностные ориентации студентов на здоровый образ жизни. Влияние образа жизни и условий окружающей среды на здоровье. Государственная политика в области охраны здоровья населения. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Содержательные особенности составляющих здорового образа жизни. Вредные привычки и их профилактика. Основы здорового питания. Профилактика заболеваний. Медико-гигиеническое воспитание и обучение занимающихся.

Раздел 3. Индивидуальный выбор видов спорта и систем физических упражнений.

3.1. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

Общая физическая подготовка, цели и задачи. Мотивация и направленность самостоятельных занятий, формы и содержание. Физические упражнения, как средство физической культуры. Основные классификации физических упражнений. Содержание, закономерности оздоровительной тренировки. Средства и методы. Контроль и дозирование нагрузки. Границы интенсивности в зависимости от возрастной и гендерной принадлежности. Организация и планирование самостоятельных занятий. Массовый спорт и спорт высших достижений. Типология видов спорта, национальные виды спорта. Студенческий спорт. Закономерности и тенденции развития и оценки спортивных результатов. ЕВСК.

3.2. История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности.

Характеристика основных физических качеств, методы развития. Составление примерных комплексов упражнений заданной функциональной направленности. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Краткие аспекты истории спорта. Выбор видов спорта. Правила соревнований в избранном виде спорта. Основы планирования, организации, и проведения спортивных мероприятий. Формирование психических качеств в процессе спортивной подготовки.

Раздел 4. Медико-биологические основы физической культуры и спорта

4.1. Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки.

Воздействие физической тренировки на основные функциональные системы организма. Опорно-двигательный аппарат, двигательные функции и навыки. Физиологические механизмы и закономерности совершенствования под воздействием направленной физической тренировки. Контроль и дозирование нагрузки. Механизмы энергообеспечения в тренировочном процессе.

4.2. Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями.

Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физическими упражнениями. Врачебный контроль и его содержание. Самоконтроль основные методы, и критерии оценки, объективные и субъективные показатели. Медико-биологические средства восстановления. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Изменение состояния организма студента под влиянием различных режимов и условий обучения, общие закономерности изменения работоспособности студентов в ходе учебного процесса. Средства физической культуры, как инструмент самоконтроля при регулировании психоэмоционального состояния занимающихся. Профилактика спортивного травматизма. Оказание первой помощи.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
	Знать:					
1	– нормы здорового образа жизни	+	+	+		
2	– основные здоровьесберегающие технологии;	+	+	+	+	
3	– методы и средства поддержания уровня физической подготовленности		+	+	+	
	Уметь:					
4	– применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности	+	+	+	+	
5	– использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья		+	+	+	
6	– предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте		+	+	+	
	Владеть:					
7	– навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта		+	+	+	
8	– системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i> :						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
15	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.	+	+	+	+
		УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях	+	+	+	+

	и профессиональной деятельности	повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни				
			+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия (лекции)

Примерные темы лекционных занятий по дисциплине

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий (лекций)	Часы
1	Раздел 1.1.	Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы. Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека. Физическая культура и спорт, как учебная дисциплина ФГОС ВО. Цели, задачи и место дисциплин физического воспитания в вузе. Порядок реализации дисциплин ФКиС и ЭЛФКиС в РХТУ, требования к зачету.	1
2	Раздел 1.2.	Физическая культура и спорт, в системе общих дисциплин высшей школы. Основы организации физического воспитания. Принципы социальной системы физической культуры и спорта. Формирование личности в процессе физического воспитания, объективные и субъективные факторы. Физическая культура и спорт как средства сохранения и укрепления здоровья студентов, их физического и спортивного совершенствования.	1
3	Раздел 2.1.	Социально-биологические основы физической культуры и спорта Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма. Виды физической культуры. Роль отдельных систем организма в обеспечении физического развития. Утомление и переутомление при физической и умственной работе. Основные факторы производственной среды неблагоприятное влияние на организм человека. Обеспечение устойчивости к физической и умственной нагрузке средствами физической культуры и спорта. Воздействие внешней среды на организм человека, и роль двигательной функции в процессе повышения адаптационных возможностей организм.	1
4	Раздел 2.2.	Социально-биологические основы физической культуры и спорта. Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни. Здоровье человека как ценность и факторы, его определяющие. Понятие «здоровье», его содержание, критерии. Ценностные ориентации студентов на здоровый образ жизни. Влияние образа жизни и условий окружающей среды на здоровье. Государственная политика в области охраны здоровья населения. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Содержательные особенности составляющих здорового образа жизни. Вредные привычки и их профилактика. Основы здорового питания. Профилактика заболеваний. Медико-гигиеническое воспитание и обучение занимающихся	1

5	Раздел 3.1	Индивидуальный выбор видов спорта и систем физических упражнений. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями. Общая физическая подготовка, цели и задачи. Мотивация и направленность самостоятельных занятий, формы и содержание. Физические упражнения, как средство физической культуры. Основные классификации физических упражнений. Содержание, закономерности оздоровительной тренировки. Средства и методы. Контроль и дозирование нагрузки. Границы интенсивности в зависимости от возрастной и гендерной принадлежности. Организация и планирование самостоятельных занятий. Массовый спорт и спорт высших достижений. Типология видов спорта, национальные виды спорта. Студенческий спорт. Закономерности и тенденции развития и оценки спортивных результатов. ЕВСК.	1
6	Раздел 3.2	История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности. Характеристика основных физических качеств, методы развития. Составление примерных комплексов упражнений заданной функциональной направленности. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Краткие аспекты истории спорта. Выбор видов спорта. Правила соревнований в избранном виде спорта. Основы планирования, организации, и проведения спортивных мероприятий. Формирование психических качеств в процессе спортивной подготовки.	1
7	Раздел 4.1	Медико-биологические основы физической культуры и спорта Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки. Воздействие физической тренировки на основные функциональные системы организма. Опорно-двигательный аппарат, двигательные функции и навыки. Физиологические механизмы и закономерности совершенствования под воздействием направленной физической тренировки. Контроль и дозирование нагрузки. Механизмы энергообеспечения в тренировочном процессе.	1
8	Раздел 4.2	Медико-биологические основы физической культуры и спорта Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями. Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физическими упражнениями. Врачебный контроль и его содержание. Самоконтроль основные методы, и критерии оценки, объективные и субъективные показатели. Медико-биологические средства восстановления. Методы для оценки физического развития, телосложения, функционального состояния организма, физической подготовленности. Изменение состояния организма студента под влиянием различных режимов и условий обучения, общие	1

		закономерности изменения работоспособности студентов в ходе учебного процесса. Средства физической культуры, как инструмент самоконтроля при регулировании психоэмоционального состояния занимающихся. Профилактика спортивного травматизма. Оказание первой помощи.	
	Всего в 1 семестре:		8 часов

6.2. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий		Часы
		Общая физическая подготовка	Адаптивная физическая культура	
1	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Бег на короткие дистанции (30, 60, 100 м). Техника старта. Стартовый разгон. Бег по дистанции. Финишный рывок.	Адаптивная физическая культура. Основы терренкура. Техника выполнения упражнений.	2
2	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Челночный бег. Техника выполнения старта в челночном беге. Старт и стартовый разгон. Техника выполнения разворота. Финиширование.	Адаптивная физическая культура. Основы скандинавской ходьбы. Техника работы с оборудованием, движений и дыхания.	2
3	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Бег на длинные дистанции (кроссовая подготовка). Техника старта. Бег по дистанции. Дыхание. Финишное ускорение.	Адаптивная физическая культура. Пеший кросс по пересеченной местности. Техника и самоконтроль при движении по дистанции.	2
4	Раздел 1.	Общая физическая подготовка. Прыжок в длину с места. Замах. Толчок. Полет. Приземление. Бег с ускорением.	Адаптивная физическая культура. Аэробная тренировка с использованием лыжных палок.	2
5	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Сила. Общеразвивающие упражнения с отягощениями, с собственным весом.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для коррективы нарушений опорно-двигательного аппарата.	2
6	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Гибкость. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для коррективы зрения.	2

7	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Ловкость. Координация. Метание мяча. Замах. Позиция ног во время броска. Бросок.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для профилактики плоскостопия.	2
8	Раздел 2.	Общая физическая подготовка. Развитие физических качеств. Общая выносливость. Кросс, бег по пересеченной местности.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для профилактики кардиосистемы и органов дыхания.	2
9	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц рук и плечевого пояса. Упражнения с собственным весом. Упражнения с отягощениями. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений для профилактики профессиональных заболеваний.	2
10	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц спины. Упражнения с собственным весом. Упражнения с отягощениями. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (гимнастическая палка)	2
11	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц ног. Упражнения с собственным весом. Упражнения с отягощениями. Упражнения в парах.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (мяч фитбол)	2
12	Раздел 3.	Общая физическая подготовка. Общеразвивающие упражнения для развития основных мышечных групп. Упражнения для развития силы мышц брюшного пресса. Упражнения с собственным весом. Упражнения с	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (скакалка)	2

		отягощениями. Упражнения в парах.		
13	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Строевые упражнения.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (теннисный мяч)	2
14	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Эстафеты. Подвижные игры.	Адаптивная физическая культура. Комплексы упражнений корригирующей гимнастики с использованием оборудования (степ платформа, гимнастическая скамейка)	2
15	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Гимнастические упражнения.	Адаптивная физическая культура. Коррекционно-развивающие игры.	2
16	Раздел 4.	Общая физическая подготовка. Гигиеническая гимнастика.	Адаптивная физическая культура. Гигиеническая гимнастика.	2
Всего в 1 семестре:			32 часа	

6.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- изучение лекционного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ (см. рекомендуемые источники научно-технической информации);
- подготовку к выполнению тестовых заданий по материалу лекционного курса;
- подготовку и выполнение тематической исследовательской работы (1 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Важным критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных практических занятий, выполнение всех предусмотренных рабочей программой дисциплины на данный семестр учебный семестр заданий текущего контроля (контрольных нормативов, тестов, заданий раздела самостоятельной работы) для групп общей физическо и адаптивной физической подготовки.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из баллов за практические занятия (максимально 32 балла), баллов за выполнения контрольных нормативов (максимально 28 баллов), оценок за выполнение 3-х тестовых заданий после изучения разделов дисциплины или одного итогового тестового задания по всему изученному материалу дисциплины. (максимальная оценка 24 балла), выполнения тематической исследовательской работы (ТИР – максимальная оценка 16 баллов). *Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

Месяц	Лекции	Практические занятия		Самостоятельная работа	Текущий контроль			
	Часы	Часы	Баллы	Освоенные часы	Вид контроля	баллы	Вид контроля (контрольные нормативы)	баллы
Сентябрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тестового задания	Тестовое задание	8 баллов	КН-1 КН-2	4 балла 4 балла
Октябрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тестового задания	Тестовое задание	8 баллов	КН-3 КН-4 КН-5	4 балла 4 балла 4 балла
Ноябрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тестового задания	Тестовое задание	8 баллов		
Декабрь	2 часа	8 часов (4 занятия)	8 баллов	Подготовка и выполнение тематической исследовательской работы (ТИР)	Тематич. исследовательская работа (ТИР)	16 баллов	КН-6 КН-7	8 баллов
						40 баллов		28 баллов
Всего в семестре	8 час	32 часа/32 балла		32 часа		68 баллов		
ИТОГО	72 часа / 100 баллов							

8.1. Примерные темы для исследовательской работы (ТИР)

Для текущего контроля предусмотрено выполнение тематической исследовательской работы (ТИР). Максимальная оценка задания составляет 16 баллов.

Вариант 1

1. Физические упражнения, как средство развития и укрепления опорно-двигательной системы человека.
2. Система Амосова (режим 1000 движений).
3. Пищеварительная система. Метаболизм под воздействием физических нагрузок.
4. Сердечно-сосудистая система и влияние на нее тренировочного процесса.
5. Разнообразие и методики систем дыхательных упражнений.
6. Примерный комплекс упражнений гигиенической гимнастики для профессиональной направленности технологического профиля.
7. Типология видов спорта.
8. Лечебная физкультура при заболеваниях органов дыхания.
9. Туризм – как средство физического воспитания.
10. Лечебная физическая культура при ожирении.
11. Примерный комплекс физических упражнений для укрепления мышечного корсета.
12. Профилактика заболеваний средствами физической культуры.
13. Шейный отдел позвоночника.
14. Глубокие мышцы спины.
15. Технология проведения спортивно-массовых физкультурных мероприятий.
16. Трапециевидная мускулатура.
17. Виды мышц.
18. Средства и методы развития силовых способностей.
19. Взаимосвязь координации движений с отдельными показателями умственных способностей.
20. Выносливость и методика её воспитания.
21. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния.
22. Спорт как способ объединения людей.
23. Российский спорт в олимпийском движении.
24. Источники энергии для физической активности.
25. Основы рационального питания.
26. Вода и тренировки: зачем пить воду.
27. Расстройства пищевого поведения.
28. Средства восстановления после утомления.
29. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни.
30. Спорт и допинг.
31. Психомоторная деятельность организма.
32. Образование двигательного навыка.
33. Мышечная система и ее функции.
34. Классификация видов и средств двигательной активности.
35. Сенсорные системы организма.
36. Физическая тренировка и функции дыхания.
37. Здоровье человека и факторы его определяющие.
38. Методические принципы спортивной тренировки.
39. Воздействие физической тренировки на кровеносную систему.
40. Интенсивность физической нагрузки. Зоны интенсивности по ЧСС.

Вариант 2

1. Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе (Происхождение физических упражнений и игр; Игры и физические упражнения в родовом обществе).
2. ФКиС в государствах древнего мира (Древний Восток; Древняя Греция; Олимпийские праздники и другие гимнастические агоны; Древний Рим).
3. ФКиС в средние века (Европа; Азия, Африка, Америка; Возвращение забытых олимпийских традиций).
4. Становление и развитие научно-педагогических основ физического воспитания и спорта (Гимнастические системы; Физическое воспитание и спорт в колониальных и зависимых странах; Любительский и профессиональный спорт; Физическое воспитание и спорт накануне и в годы первой мировой войны).
5. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны (Германия, Италия, Япония); США, Франция, Великобритания, Скандинавские и другие страны).
6. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны (Развитие рабочего спорта в странах мира; Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой войны).
7. ФКиС после второй мировой войны (Развитые страны Запада: а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях; б) самостоятельное спортивно-гимнастическое движение).
8. ФКиС после второй мировой войны (Развивающиеся страны: а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях; б) самостоятельное спортивно-гимнастическое движение).
9. ФКиС после второй мировой войны (Бывшие социалистические страны (конец 40-х – конец 80-х гг.)).
10. ФКиС после второй мировой войны (Страны мира в конце XX века).
11. ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века (Физические упражнения и игры до образования древнерусского государства (до IX в. н.э.);
12. Физическая культура в Российском государстве (IX-XVII вв.);
13. Вопросы физического воспитания в медицинской и педагогической литературе эпохи Средневековья.
14. ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в. (Введение физического воспитания в учебных заведениях; Военно-физическая подготовка в русской армии; - Физическое воспитание и спорт в быту народов Российской империи; Спорт и игры в быту дворянства; Развитие педагогической и естественнонаучной мысли в области физического воспитания).
15. Развитие ФКиС во второй половине XIX века (развитие идейно-теоретических и научных основ системы физического воспитания и спорта; Учение П.Ф. Лесгафта о физическом образовании и его педагогическая деятельность).
16. Развитие ФКиС во второй половине XIX века (Физическая подготовка в учебных заведениях и в армии; Создание спортивных клубов и развитие спорта).
17. Вступление России в олимпийское движение.
18. ФКиС в начале XX века (Общественное движение и русский спорт; Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях; Развитие теории и методики физического воспитания и спорта).
19. ФКиС в начале XX века (Развитие спорта и участие русских спортсменов в международных соревнованиях; Первые олимпийские старты русских спортсменов. Последователи Бутовского А.Д., Всероссийские олимпиады).
20. Русский спорт в годы первой мировой войны.
21. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг. (Состояние спортивно-гимнастического движения в период от февраля до октября 1917 г.; Всеобщий спорт).

22. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг. (Преобразования в области физического воспитания в школах; Первые успехи советского физкультурного движения; Выход из олимпийского движения).
23. Развитие ФКиС в 20-е годы (Переход на новые формы и методы организации физического воспитания и руководства физкультурным движением; от кружков физкультуры – к спортивным секциям; Трудное начало международных спортивных связей).
24. ФКиС в годы Великой отечественной войны (Военно-физическая подготовка населения страны в годы войны; Советские спортсмены на фронтах войны; Физкультурная работа в тылу страны).
25. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР (Восстановление и дальнейшее развитие физкультурного движения; Спартакиады народов СССР).
26. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР (Развитие науки о физическом воспитании и спорте; Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях).
27. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг. (Выход на мировую спортивную арену; Возвращение в олимпийское сообщество; Советские спортсмены на олимпийских играх).
28. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг. (Рост авторитета отечественного спорта на чемпионатах мира, Европы и других соревнованиях).
29. ФКиС в России после распада СССР (Создание Олимпийского комитета России; Развитие физкультурно-спортивных общественных организаций).
30. ФКиС в России после распада СССР (Развитие спортивной науки; Спорт, соревнования, спартакиады).
31. ФКиС в России после распада СССР (Развитие спорта инвалидов; Профессионализация спорта).
32. Российский спорт в международном спортивном и олимпийском движении (Расширение международных спортивных связей; Спортсмены России на Играх Олимпиад и Зимних олимпийских играх).
33. Подготовка к играм (указывается очередность игр, город и страна проведения и порядковый номер)
34. Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения (Первый Международный атлетический конгресс; От олимпийской идеи – к практике олимпийского движения).
35. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века: (Расширение международного спортивного движения, Игры Олимпиад и Зимние Олимпийские игры).
36. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века (МОК и его президенты. Олимпийские конгрессы).
37. Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века: (Олимпизм, МОК и его президенты во второй половине XX в.).
38. Игры олимпиад (летние);
39. Зимние Олимпийские игры;
40. Продолжение олимпийских традиций (Паралимпийские игры, Специальные игры, Дефлимпийские игры).

8.2. Примерные вопросы для текущего контроля освоения разделов дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено выполнение 3-х тестовых заданий (три тестовых задания изучению разделов дисциплины или одно итоговое тестовое задание по всему изученному материалу дисциплины). Максимальная оценка за выполнение первого, второго и третьего тестового задания составляет 8 баллов, за выполнение одного итогового тестового задания 24 балла (1 семестр). Максимальная оценка за все тестовые задания дисциплины в первом семестре составляет 24 балла.

Раздел 1. Примеры вопросов к тестовому заданию № 1.

Задание содержит 20 вопросов, максимально 8 баллов

Вопрос 1.1.

Физическая культура – это:

- А) Использование физических упражнений для отдыха и восстановления работоспособности после трудовой или учебной деятельности.
- Б) Часть общей культуры, направленная на физическое совершенствование, сохранение и укрепление здоровья человека в процессе осознанной двигательной активности.
- В) Использование физических упражнений для восстановления после перенесенных заболеваний и травм.
- Г) Образовательный урок в образовательной организации.

Вопрос 1.2.

Физическое воспитание это:

- А) Тренировочный процесс, направленный на морфологическое и функциональное совершенствование организма человека, повышение уровня физических качеств, формирование и развитие двигательных навыков, сохранение и укрепление здоровья.
- Б) Педагогический процесс, направленный на морфологическое и функциональное совершенствование организма человека, повышение уровня физических качеств, формирование и развитие двигательных навыков, сохранение и укрепление здоровья.
- В) Процесс развития физических способностей на уровне этапа высшего спортивного мастерства.
- Г) Система физических упражнений, предполагающая выполнение упражнений преимущественно статического характера, направленных на физическое и духовное совершенствование.

Вопрос 1.3.

Укажите, какое понятие (термин) подчеркивает прикладную направленность физического воспитания к трудовой или иной деятельности:

- А) Физическая подготовка.
- Б) Физическое совершенство.
- В) Физическая культура.
- Г) Физическое состояние

Вопрос 1.4.

Укажите, что послужило основой (источником) возникновения физического воспитания в обществе:

- А) Результаты научных исследований;
- Б) Прогрессивные идеи о содержании и путях воспитания гармонически развитой личности;
- В) Осознанное понимание людьми явления упражняемости (повторяемости действий).
- Г) Понимание важности, так называемой предварительной подготовки человека к жизни и установление связи между ними.

Вопрос 1.5.

На современном этапе развития общества основными критериями физического совершенства служат:

- А) Показатели телосложения.
- Б) Показатели здоровья.
- В) Уровень и качество сформированных двигательных умений и навыков.
- Г) Нормативы и требования государственных программ по физическому воспитанию в сочетании с нормативами единой спортивной классификации.

Вопрос 1.6.

Перечислите дополнительные средства физической культуры для повышения общей и профессиональной работоспособности:

- А) Спортивное оборудование.
- Б) Тренажеры, массажёры.
- В) Правильное питание.
- Г) Повышение профессиональной квалификации.

Вопрос 1.7.

Спорт это:

- А) Системное освоение человеком рациональных способов управления своими движениями, приобретение таким путем необходимого в жизни фонда двигательных умений, навыков и связанных с ними знаний.
- Б) Специфическая форма культурной деятельности человека и общества, направленная на раскрытие двигательных возможностей человека в условиях соперничества.
- В) Неспециализированный процесс физического воспитания, направленный на общие предпосылки успеха в различных видах деятельности.
- Г) Составная часть физической культуры, собственно соревновательная деятельность, специальная подготовка к ней, специфические межличностные отношения.

Вопрос 1.8.

В каком году был основан первый Институт физической культуры в России

- А) 1986 год
- Б) 1999 год
- В) 1918 год
- Г) 1956 год

Вопрос 1.9.

В чем заключается рекреативная функция физической культуры

- А) В использовании средств оздоровительной физической культуры в обеспечении полноценного отдыха, восстановления физических и психических сил с учетом характера и специфики производственного утомления.
- Б) В организации классификационных спортивных стартов на национальном уровне.
- В) В использование с лечебной и профилактической целью физических упражнений и природных факторов в комплексном процессе восстановления здоровья, физического состояния и трудоспособности больных и инвалидов.
- Г) В целесообразном использовании знаний, средств, методов и условий, позволяющее направленно воздействовать на развитие спортсмена и обеспечивать необходимую степень его готовности к спортивным достижениям.

Вопрос 1.10.

Что не относится к основным социальным принципам физической культуры:

- А) Принцип оздоровительной направленности.
- Б) Принцип всестороннего гармоничного развития личности.
- В) Принцип связи с практической общественно-значимой деятельностью.
- Г) Принцип непрерывности.

Вопрос 1.11.

Укажите основные оздоровительные задачи физического воспитания:

- А) Охрана и укрепление здоровья учащихся.
- Б) Достижение полноценного физического развития, гармоничного телосложения.
- В) Повышение умственной и физической работоспособности.
- Г) Воспитание активности, самостоятельно и нравственно-волевых черт личности.

Вопрос 1.12.

В чем заключается сущность профессиональной направленности физического воспитания:

- А) В приобретении студентами необходимых знаний по основам теории, методики и организации физического воспитания и спортивной тренировки, подготовка к работе в качестве общественных инструкторов, тренеров и судей.
- Б) В достижении полноценного физического развития, гармоничного телосложения.

В) В эффективном использовании средств физической культуры с целью преимущественного развития физических качеств и навыков, характерных для той или иной профессии.

Г) В расширении возможностей приспособления организма человека к различным жизненным ситуациям, формированию потребности в движениях, физических нагрузках.

Вопрос 1.13.

Физическое воспитание взаимосвязано с:

А) Умственным и эстетическим воспитанием.

Б) Нравственным воспитанием.

В) Трудовым воспитанием, эстетическим.

Г) Все ответы верные.

Вопрос 1.14.

Для проведения практических занятий по физическому воспитанию формируются три учебных отделения:

А) Основное, спортивного совершенствования, специальное медицинское.

Б) Подготовительное, специальное, альтернативное.

В) Спортивное, неспортивное, общее.

Г) Общее, дополнительное, спортивного совершенствования.

Вопрос 1.15.

При освоении часов раздела самостоятельной работы по дисциплине «Физическая культура и спорт» студентами осуществляется:

А) Самостоятельное проведение занятий по физической культуре.

Б) Выполнение расчётно-графических и лабораторных работ.

В) Подготовка к выполнению тестовых заданий.

Г) Выполнение контрольных нормативов.

Вопрос 1.16.

Физическая культура, как составная часть общей культуры человека, возникла:

А) На основании имеющихся научных разработок человека.

Б) На основе развития трудовой, бытовой и иных видов деятельности первобытного человека.

В) В следствии изменения климатических условий на земле.

Г) В связи с необходимостью людей принимать участие в состязаниях и соревнованиях.

Вопрос 1.17.

В настоящее время высшим достижением в физической культуре современного мира является:

А) Киберспорт.

Б) Антидопинговая политика.

В) Олимпийское движение.

Г) Современные средства реабилитации.

Вопрос 1.18.

На основании какого документа осуществляется распределение по отделениям студентов для допуска к занятиям физической культурой в вузе:

А) Студенческий билет.

Б) Удостоверение о выполнении норм комплекса ГТО.

В) Заявление студента.

Г) Заключение (медицинская справка) о группе здоровья.

Вопрос 1.19.

В какой период становления физической культуры происходило интенсивное развитие науки о физическом воспитании:

А) В начале 1990 г.

Б) В 18-19 веках.

В) После 1917г.

Г) В 70-х годах 20-го века.

Вопрос 1.20.

Кто является основоположником международного Олимпийского движения:

А) Барон Пьер де Кубертен.

Б) Анри де Байле – Латур

В) Эвери Брандейдж

Г) Хуан Антонио Самаранч

Раздел 2. Примеры вопросов к тестовому заданию № 2.

Задание содержит 20 вопросов, максимально 8 баллов

Вопрос 2.1.

Какой фактор не влияет на здоровье и продолжительность жизни человека?

А) Генетика.

Б) Образ жизни.

В) Здравоохранение.

Г) Образование.

Вопрос 2.2.

Что такое гиподинамия?

А) Болезнь, возникающая при избытке движения.

Б) Болезнь, возникающая при недостатке движения.

В) Болезнь, возникающая при недостатке сна.

Г) Болезнь, возникающая при недостатке питательных веществ.

Вопрос 2.3.

Какую функцию не выполняют кожные покровы?

А) Питание.

Б) Защита внутренней среды организма.

В) Выделение из организма продуктов обмена веществ.

Г) Терморегуляция.

Вопрос 2.4.

Что такое личная гигиена?

А) Перечень правил для предотвращения инфекционных заболеваний.

Б) Совокупность гигиенических правил, выполнение которых способствует сохранению и укреплению здоровья.

В) Правила ухода за телом, кожей, зубами.

Г) Выполнение медицинских мероприятий по профилактике заболеваний.

Вопрос 2.5.

Какие 2 органических вещества являются основными источниками энергии?

А) Жиры и белки.

Б) Белки и углеводы.

В) Углеводы и минеральные соли.

Г) Углеводы и жиры.

Вопрос 2.6.

Гомеостаз – это:

А) Совокупность реакций, обеспечивающих поддержание и восстановление относительно динамического постоянства внутренней среды и некоторых функций организма.

Б) Химическое изменение состава крови под воздействием физической нагрузки.

В) Кровообращение, обмен веществ и терморегуляция организма в течение двигательной активности человека.

Г) Различные свойства и приспособления организма к условиям жизни, к развитию и размножению.

Вопрос 2.7.

Гипокинезия – это:

- А) Особое состояние организма, обусловленное недостаточностью двигательной активности человека.
- Б) Неврологическое, функциональное расстройство организма после двигательной активности человека.
- В) Малоподвижный, сидячий образ жизни.
- Г) Особое состояние организма, обусловленное повышенной двигательной активностью.

Вопрос 2.8.

Гиподинамия – это:

- А) Изменение водно-солевого баланса и деминерализация костей.
- Б) Совокупность отрицательных морфофункциональных изменений в организме вследствие гипокинезии.
- В) Совокупность отрицательных морфофункциональных изменений в организме вследствие выполненной физической нагрузки.
- Г) Повышенная двигательная активность, изменения психофизиологических свойств организма.

Вопрос 2.9.

Утомление – это:

- А) Функциональное состояние, выражающиеся в длительном снижении эффективности работоспособности.
- Б) Функциональное состояние, временно возникающее под влиянием продолжительной и интенсивной работы и приводящее к снижению её эффективности.
- В) Это критическое состояние организма вследствие длительной физической нагрузки.
- Г) Функциональное состояние, вызывающее патологические изменения в организме.

Вопрос 2.10.

Восстановление – это:

- А) Изменение функционального состояния организма, происходящее в короткий интервал времени до уровня хорошего самочувствия.
- Б) Процесс устранения продуктов распада из внутренней среды организма после длительной физической нагрузки.
- В) Процесс, происходящий в организме после прекращения работы и заключающийся в постепенном переходе физиологических и биохимических функций к исходному состоянию.
- Г) Это состояние организма после тренировочных нагрузок, когда уровень функционирования систем организма превышает исходный.

Вопрос 2.11.

Переутомление – это:

- А) Состояние организма, при котором работоспособность человека временно снижена.
- Б) Небольшая усталость организма вследствие физической нагрузки.
- В) Патологическое состояние организма. Проявляется в виде невроза, нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы, ухудшения спортивного результата.
- Г) Состояние организма, при котором периодически развивается брадикардия, понижается артериальное давление, появляется отдышка.

Вопрос 2.12.

Определение понятия «Здоровье». Здоровье – это:

- А) Состояние полного физического, умственного и бытового благополучия.
- Б) Состояние отсутствия каких-либо заболеваний.
- В) Естественное состояние организма без болезней или недомогания.
- Г) Нормальное психосоматическое состояние человека, отражающее его полное физическое, психическое и социальное благополучие и обеспечивающее полноценное выполнение трудовых, социальных и биологических функций.

Вопрос 2.13.

Основные критерии, определяющие степень здоровья:

- А) Уровень жизнеустойчивости организма.
- Б) Широта его адаптационных возможностей.
- В) Биологической активности органов и систем, их способности к регенерации.
- Г) Все ответы верны.

Вопрос 2.14.

Здоровый образ жизни – это:

- А) Совокупность форм и способов жизнедеятельности личности, основанная на нормах, ценностях деятельности и укрепляющая адаптивные возможности организма.
- Б) Комплекс мер, направленных на улучшение здоровья и профилактику патологических процессов в организме.
- В) Поведение и мышление человека, обеспечивающие ему охрану здоровья.
- Г) Все ответы верны.

Вопрос 2.15.

Меры профилактики переутомления:

- А) «Посидеть» 3-4 минуты.
- Б) Сменить вид деятельности.
- В) «Прекратить» выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнять их рекомендации.
- Г) Успокоиться, отдохнуть и продолжить физическую активность.

Вопрос 2.16.

Предстартовая лихорадка:

- А) Повышение возбудимости и лабильности (подвижности) двигательного аппарата.
- Б) Резко выраженные тормозные процессы, повышающие двигательную активность.
- В) Оптимальная степень нервного и эмоционального возбуждения.
- Г) Резко выраженные процессы возбуждения, приводящие к необоснованному повышению вегетативных сдвигов.

Вопрос 2.17.

Виды адаптации:

- А) Совокупность изменений в организме, обеспечивающих постоянство внутренней среды.
- Б) Совокупность изменений, приводящих к мобилизации и развитию энергетических ресурсов организма.
- В) Совокупность изменений при непосредственном воздействии какого-либо фактора.
- Г) Все перечисленные функции.

Вопрос 2.18.

Занятия физическими упражнениями отличаются от трудовых:

- А) Интенсивностью.
- Б) Задачами.
- В) Местом проведения.
- Г) Большой физической нагрузкой.

Вопрос 2.19.

Гипоксия – это:

- А) кислородное перенасыщение.
- Б) кислородное голодание.
- В) заболевание нервной системы человека.
- Г) нервное расстройство, возникшее вследствие длительного стресса.

Вопрос 2.20.

Что такое закаливание?

- А) Повышение устойчивости организма к факторам среды, путем систематического их воздействия на организм.
- Б) Длительное пребывание на холоде, с целью привыкания к низким температурам.
- В) Перечень процедур для воздействия на организм холода.

Г) Купание в зимнее время.

Разделы 3.

Раздел 4.

Примеры вопросов к тестовому заданию № 3.

Задание содержит 20 вопросов, максимально 8 баллов.

Вопрос 3.1.

Что является источником энергии в организме?

- А) Аденозинтрифосфорная кислота.
- Б) Гликоген.
- В) Углеводы.
- Г) Жировые запасы.

Вопрос 3.2.

Что включает в себя основной обмен?

- А) Поддержание постоянной температуры тела.
- Б) Поддержание работы сердца и мозга.
- В) Обеспечение работы внутренних органов.
- Г) Обеспечение работы дыхательной системы.

Вопрос 3.3.

Какие функции выполняет опорно-двигательный аппарат?

- А) Опорная.
- Б) Двигательная.
- В) Защитная.
- Г) Все ответы верны.

Вопрос 3.4.

Что не относится к компонентам здорового образа жизни?

- А) Ежедневная двигательная активность;
- Б) Закаливание;
- В) Наличие вредных привычек, гиподинамия.
- Г) Соблюдение режима труда и отдыха, рациональное питание.

Вопрос 3.5.

На что влияют физические упражнения?

- А) Улучшение состояния сердечно-сосудистой системы.
- Б) Снижение уровня развития физических качеств.
- В) Повышение умственной работоспособности.
- Г) Улучшение состояние дыхательной системы

Вопрос 3.6.

Здоровье – это (по определению ВОЗ)?

- А) Полное физическое и психическое благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.
- Б) Полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.
- В) Отсутствие болезней или физических дефектов.
- Г) Хорошая реакция и самочувствие при физических нагрузках и внешних воздействиях окружающей среды.

Вопрос 3.7.

Каковы основные ошибки в питании современного человека?

- А) Высокая калорийность продуктов.
- Б) Большое количество рафинированных продуктов.
- В) Соблюдение режима питания.

Г) Недостаточное потребление фруктов и овощей, потребление продуктов с высоким содержанием веществ с индексом Е.

Вопрос 3.8.

Физическое здоровье человека – это?

- А) Естественное состояние организма, обусловленное нормальным функционированием всех его органов и систем, но не обеспечивающее адаптацию к факторам внешней среды.
- Б) Естественное состояние организма, обусловленное нормальным функционированием всех его органов и систем и обеспечивающее адаптацию к факторам внешней среды.
- В) Возможность выполнять физические упражнения без наступления быстрого утомления.
- Г) Диагноз в справке после медицинского обследования.

Вопрос 3.9.

Оценка реакции организма на нагрузки при занятиях физической культурой определяется с помощью чего?

- А) Антропометрических показателей.
- Б) Пульсометрии.
- В) Динамометрии.
- Г) Спирометрии.

Вопрос 3.10.

Внешние признаки утомления для контроля переносимости физических нагрузок это?

- А) Покраснение кожных покровов.
- Б) Повышение частоты сердечных сокращений.
- В) «синюшность» носогубного треугольника.
- Г) Нарушение координации движений.

Вопрос 3.11.

Какие физические качества принято выделять в спортивной теории?

- А) Меткость, ловкость, скорость, силу.
- Б) Выносливость, гибкость, силу, реакцию.
- В) Общую выносливость, силовую выносливость, специальную выносливость.
- Г) Силу, быстроту, выносливость, гибкость и ловкость.

Вопрос 3.12.

Что относится к специфическим методам физического воспитания с помощью которых решаются конкретные задачи, связанные с обучением технике выполнения физических упражнений и воспитанием физических качеств?

- А) Метод строго регламентированного упражнения.
- Б) Игровой метод (использование упражнений в игровой форме);
- В) Соревновательный метод (использование упражнений в соревновательной форме).
- Г) Интерактивный метод.

Вопрос 3.13.

Физические упражнения это?

- А) Это двигательные действия и их комплексы, систематизированные для физического развития человека.
- Б) Это действия, которые имеют целью внести то или иное изменение в окружающую человека материальную среду, в тот или иной предмет и для осуществления которых требуется затрата преимущественно физической (мышечной) энергии.
- В) Это действия, которые помогают нам двигаться в пространстве.
- Г) Это какое-либо движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует расхода энергии.

Вопрос 3.14.

Укажите количество основных зон интенсивности нагрузки?

- А) 8 зон.
- Б) 10 зон.
- В) 5 зон.

Г) 4 зоны.

Вопрос 3.15.

Что из перечисленного не относится к задачам спортивной подготовки?

- А) Освоение техники и тактики избранной спортивной дисциплины.
- Б) Совершенствование двигательных качеств и повышение возможностей функциональных систем организма, воспитание необходимых моральных и волевых качеств.
- В) Обеспечение необходимого уровня специальной психической подготовленности.
- Г) Оздоровительная направленность занятий для всех групп населения.

Вопрос 3.16.

Продолжительность этапа начального разучивания двигательного действия зависит от?

- А) Степени сложности техники изучаемого действия.
- Б) Уровня подготовленности занимающихся.
- В) Индивидуальных особенностей занимающихся.
- Г) Все ответы верные.

Вопрос 3.17.

Индивидуальный выбор вида спорта обусловлен?

- А) Условием проведения тренировок.
- Б) Территориальным расположением места проживания занимающихся.
- В) Привлекательностью спортивной формы в конкретном виде спорта.
- Г) Личными предпочтениями и состоянием здоровья занимающихся.

Вопрос 3.18.

Что из перечисленного не относится к характеристикам видов спорта?

- А) Виды спорта, преимущественно развивающих отдельные физические качества.
- Б) Виды спорта комплексного, разностороннего воздействия на организм.
- В) Общеразвивающие группы упражнений.
- Г) Циклические виды спорта.

Вопрос 3.19.

Какие элементы включает в себя структура спортивной подготовки?

- А) Материальный, нравственный, физический элементы.
- Б) Биомеханический, физический, психологический,
- В) Технический, физический, тактический, психический элементы.
- Г) Свободный, замкнутый, соревновательный, физический.

Вопрос 3.20.

Основными средствами воспитания быстроты движений служат упражнения, выполняемые с предельной либо околопредельной скоростью?

- А) Общеразвивающие упражнения.
- Б) Собственно скоростные упражнения.
- В) Общеподготовительные упражнения.
- Г) Специально подготовительные упражнения.

Заключительный итоговый тест по материалу лекций дисциплины.

Примеры вопросов к тестовому заданию (итоговый тест)

Задание содержит 30 вопросов, максимально 24 балла.

Вопрос 1. Дайте определение понятию «Массовый спорт»

Ответ - Массовый спорт - представляет собой регулярные занятия и участие в соревнованиях представителей различных возрастных групп в доступных им видах спорта

с целью укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения, повышения общей и специальной работоспособности, овладения отдельными жизненно необходимыми умениями и навыками, активного отдыха, достижения физического совершенства.

Вопрос 2. Дайте определение понятию «Спорт высших достижений»

Ответ - Спорт высших достижений (олимпийский) - предполагает систематическую плановую многолетнюю подготовку и участие в соревнованиях в избранном виде спорта с целью достижения максимально возможных спортивных результатов, победы на крупнейших спортивных соревнованиях.

Вопрос 3. Физическая культура используется в целях:

- А) Общее развитие и укрепление организма.
- Б) Развитию кругозора человека.
- В) Удовлетворение потребностей в развлекательных мероприятиях.
- Г) Раскрытие волевых, физических качеств и двигательных возможностей человека на предельных уровнях.

Вопрос 4. Элементы физического воспитания возникли в:

- А) Современном обществе.
- Б) Древнем Риме.
- В) Советском Союзе.
- Г) Первобытном обществе.

Вопрос 5. Оценка морфофункциональных данных проводится на основе:

Ответ - Оценка морфофункциональных данных занимающихся проводится на основе сопоставления индивидуальных показателей с имеющимися в научной литературе стандартами физического развития, таблицами оценки уровня гармонии физического развития для соответствующих возрастов, использования метода индексов и др.

Вопрос 6. Первый Всероссийский съезд по физической культуре, спорту и допризывной подготовке был проведен в:

- А) 1927 году
- Б) 1919 году
- В) 1974 году
- Г) 1918 году
- Д) 1974 году

Вопрос 7. Задачи физического воспитания

- А) Оздоровительные, образовательные, воспитательные.
- Б) Аналитические, научные.
- В) Личностные, общественные, частные.
- Г) Комплексные, индивидуальные.

Вопрос 8. Средства физического воспитания позволяют предупредить

Ответ - Средства физического воспитания позволяют предупредить отклонения в состоянии здоровья, возникающие в результате воздействия недостатка двигательной активности.

Вопрос 9. Морфофункциональное развитие организма — это процесс:

Ответ - Морфофункциональное (физическое) развитие – это процесс становления, формирования и последующего изменения на протяжении жизни индивидуума морфофункциональных свойств его организма и основанных на них физических качеств и способностей.

Вопрос 10. Что относится к средствам физического воспитания:

Ответ - К средствам физического воспитания относятся физические упражнения, оздоровительные силы природной среды и гигиенические факторы.

Вопрос 11. Общепедагогические методы физического воспитания:

- А) Круговой метод, линейный метод.
- Б) Индивидуальный метод, комплексный метод.
- В) Эмпирический метод, метод интерпретации.
- Г) Словесные методы, методы наглядного воздействия.

Вопрос 12. Характеристика Туризма – как средства физического воспитания:

Ответ - Туризм, как средство физического воспитания, характеризуется и включает разнообразные — по форме, содержанию, интенсивности и продолжительности — двигательные действия в зависимости от существующих видов туризма.

Вопрос 13. Спортивные игры это:

Ответ - Спортивные игры – это, виды спорта, в основе которых находится игровая деятельность со своим предметом состязания, игровыми приемами и правилами. Спортивные игры - самостоятельные виды спорта, связанные с игровым противоборством команд или отдельных спортсменов, и приводящиеся по определенным правилам.

Вопрос 14. Физические упражнения это:

- А) Это двигательные действия и их комплексы, систематизированные для физического развития человека.
- Б) Это действия, которые имеют целью внести то или иное изменение в окружающую человека материальную среду, в тот или иной предмет и для осуществления которых требуется затрата преимущественно физической (мышечной) энергии.
- В) Это действия, которые помогают нам двигаться в пространстве.
- Г) Это какое-либо движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует расхода энергии.

Вопрос 15. Вид спорта это:

- А) Виды соревнований, которые включают в себя беговые виды, спортивную ходьбу, многоборья, пробеги, кроссы и технические виды.
- Б) Конкретный вид соревновательной деятельности, исторически сложившийся и развивающийся как самостоятельная её составляющая.
- В) Виды, включающие выполнение под музыку различных гимнастических и танцевальных упражнений без предмета, а также с предметом.
- Г) Виды спортивно-массовых соревнований, которые включают: состязания для определенной категории граждан, по определенным спортивным дисциплинам.

Вопрос 16. Укажите количество основных зон интенсивности нагрузки:

- А) 8 зон
- Б) 10 зон
- В) 5 зон
- Г) 4 зоны
- Д) 2 зоны

Вопрос 17. Цель и продолжительность этапа углубленной подготовки в избранном виде спорта:

Ответ - Этап углубленной подготовки в избранном виде спорта. 2-3 года.

Совершенствование в технике избранного вида спорта. Воспитание специальных физических качеств. Повышение уровня функциональной подготовленности. Накопление соревновательного опыта в избранном виде спорта.

Вопрос 18. Сколько этапов включает процесс обучения двигательному действию:

А) 1 этап.

Б) 3 этап.

В) 4 этап.

Г) 2 этап.

Вопрос 19. Какие физические качества принято выделять в спортивной теории:

А) Скорость, силу, гибкость.

Б) Выносливость, гибкость, силу, реакцию.

В) Общую выносливость, силовую выносливость, специальную выносливость.

Г) Силу, быстроту, выносливость, гибкость и ловкость.

Д) Меткость, ловкость, скорость, силу.

Вопрос 20. Абсолютная сила это:

Ответ - Абсолютная сила - суммарная сила всех мышечных групп, участвующих в данном движении.

Вопрос 21. В чем заключается рекреативная функция физической культуры

Ответ - Рекреативная функция - использование средств оздоровительной физической культуры в обеспечении полноценного отдыха, восстановления физических и психических сил с учетом характера и специфики производственного утомления.

Вопрос 22. Какова сущность физической реабилитации:

Ответ - Физическая реабилитация — это использование с лечебной и профилактической целью физических упражнений и природных факторов в комплексном процессе восстановления здоровья, физического состояния и трудоспособности больных и инвалидов.

Вопрос 23. Соревнования, как метод воспитания представляют собой:

Ответ – Соревнования — это метод воспитания, который направлен на обеспечение условий для социального развития личности, формирования умений и навыков путем здорового соперничества в определенных видах коллективной деятельности.

Вопрос 24. Индивидуальный выбор вида спорта обусловлен:

А) Условием проведения тренировок.

Б) Территориальным расположением места проживания занимающихся.

В) Привлекательностью спортивной формы в конкретном виде спорта.

Г) Требованиями к регулярному медицинскому обследованию для допуска к тренировочному процессу.

Д) Личными предпочтениями и состоянием здоровья занимающихся.

Вопрос 25. Физическая культура – это:

Ответ - Часть общей культуры, направленная на физическое совершенствование, сохранение и укрепление здоровья человека в процессе осознанной двигательной активности.

Вопрос 26. Здоровье – это (по определению ВОЗ):

Ответ - Полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.

Вопрос 27. Укажите способы регулирования физической нагрузки при проведении самостоятельных занятий:

Ответ – Чередование интервалов нагрузки и отдыха, изменение интенсивности выполнения упражнений, изменение объема нагрузки и продолжительности занятий.

Вопрос 28. Основными ошибками в питании современного человека являются:

Ответ – Высокая калорийность продуктов, большое количество рафинированных продуктов, недостаточное потребление фруктов и овощей, потребление продуктов с высоким содержанием веществ с индексом Е.

Вопрос 29. Применение физических упражнений в режиме трудового дня называется:

Ответ - Применение физических упражнений в режиме трудового дня называется производственной гимнастикой.

Вопрос 30. Оценка реакции организма на нагрузки при занятиях физической культурой определяется с помощью:

Ответ – Процедуры измерения ЧСС, методом «Пульсометрии».

8.3. Примерные практические тесты для текущего контроля освоения дисциплины

Общая физическая подготовка (ОФП)

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Бег на 100 метров (сек)	16,5	17,0	18,0	19,0	13,5	14,0	14,5	15,0
2. Прыжок в длину с места (см)	195	170	160	150	240	235	230	215
3. Кроссовый бег - бег 2000 метров (мин) - бег 3000 метров (мин)	10,15	11,00	11,45	12,30	12,30	13,30	14,00	14,50

4. Поднимание туловища из положения лежа на спине (кол-во раз)	47	40	35	30	47	40	35	30
5. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (кол-во раз)	14	12	10	6	25	20	16	12
6. Подъем ног на шведской стенке, количество раз	12	10	8	5	10	8	5	3
7. Прыжки через скакалку, кол-во раз за 1 мин.	130	100	80	60	150	130	100	80

«Бег на дистанцию 100 м»:

Бег на 100 м осуществляется со старта, в соответствии с правилами по легкой Атлетике. Команды «На старт!» и «Внимание!» Начало бега по команде «Марш!». Участники начинают движение от линии старта до линии финиша. Фиксируется результат каждого участника в секундах.

«Прыжок в длину с места двумя ногами»:

Норматив выполняется толчком двумя ногами. Измерение длины прыжка производится по перпендикулярной прямой от места отталкивания до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Результат фиксируется в сантиметрах.

«Кроссовый бег»:

Бег на выносливость проводится на беговой дорожке либо в виде кросса на местности в виде групповых забегов, в соответствии с правилами по легкой атлетике. Для наилучшего выполнения этого тестирования наиболее рационально бежать в равномерном темпе без ускорений и рывков, увеличивая по возможности скорость на финише. Участники стартуют из положения высокого старта. В одном забеге могут участвовать до 30 человек. Юноши преодолевают дистанцию 3000 м/2000 м, девушки – 2000 м/1000 м. На линии старта движение начинается с команды: «Внимание! Марш!», одновременно включаются секундомеры. Фиксируется результат каждого участника забега.

«Поднимание туловища из положения лежа на спине»:

Упражнение выполняется из исходного положения: лежа на спине, руки за головой, лопатки касаются пола, ноги согнуты в коленях под прямым углом, ступни прижаты к полу. Участник выполняет поднимание туловища, касаясь локтями коленей с последующим возвратом в и.п. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Сгибание и разгибание рук в упоре лежа»:

Упражнение выполняется из исходного положения: упор лежа на полу, руки прямые на ширине плеч, кисти вперед. Плечи, туловище и ноги составляют одну прямую линию. Стопы упираются в пол. Учитывается количество правильно выполненных циклов, состоящих из сгибаний рук в локтевом суставе до 90 градусов и разгибаний рук до и.п. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Подъем ног в положении виса на шведской стенке»: упражнение выполняется из исходного положения: вис на высокой перекладине шведской стенки. Юноши поднимают прямые ноги до положения параллельно полу. Девушки поднимают ноги, согнутые в

коленях, бедро параллельно полу. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Прыжки через скакалку»:

Выполнение норматива начинают по сигналу преподавателя, одновременно включается секундомер. Прыжки на скакалке выполняют с двух ног, одновременно отталкиваясь от пола. Упражнение выполняется до команды «стоп». Подсчитывается количество выполненных прыжков за 1 минуту.

Адаптивная физическая культура (АФК)

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (оценивается глубина наклона, см)	+ 14	+ 12	+ 9	+ 8	+ 12	+ 10	+ 7	+ 6
2. Гиперестезия, оценивается техника и количество повторений	35	32	27	26	40	36	32	31
3. Подъем туловища, оценивается техника и количество повторений.	35	30	25	24	40	35	30	29
4. Планка, оценивается техника и фиксация И.П., сек.	40	30	25	24	45	35	30	29
5. Равновесие, оценивается техника, фиксация (сек.), количество повторений	8	6	4	3	8	6	4	3
6. Приседание, оценивается техника и количество повторений.	30	28	26	25	35	32	28	27
7. Степ тест (подъем и спуск на степ-платформе), сек.	12	10	8	7	12	10	8	7

«Планка» (низкая, на предплечьях).

Упражнение выполняется из исходного положения «лежа на животе», опереться на предплечья таким образом, чтобы локти находились под плечевыми суставами, предплечья расположены параллельно друг другу, угол в локтевом суставе 90 градусов. Принять положение «упор лежа на предплечьях», опираясь на предплечья и стопы расположив их в положении «врозь», колени прямые, спина – прямая Облегченный

вариант – соединить кисти в замок, голову опустить на кисти рук. Оценивается удержание правильного положения (сек.)

«Равновесие»

Упражнение выполняется из исходного положения «основная стойка», руки в стороны. Вес тела перенести на опорную ногу(правую), левую ногу согнуть в коленном суставе, колено направлено вперед, стопа прижата к внутренней части коленного сустава. Пальцы стопы направлены вниз.

Выполнение: поворот корпуса на 90 градусов влево, при этом колено и таз находятся в неподвижном положении. Фиксация положения (2 сек.) и возвращение в И.П. Количество повторений. То же на другой ноге.

«Подъем туловища из положения лежа на спине»

Упражнение выполняется из исходного положения «лежа на спине», руки за головой, локти разведены в стороны, лопатки и поясница прижата к полу, ноги согнуты в коленях под прямым углом (допускается фиксация стоп к полу партнером на уровне голеностопных суставов). На выдохе- подъем туловища, касание локтями коленей, на вдохе возвращение в и.п. Исполнение упражнения без касания локтями коленей, не засчитывается. При оценивании учитывается техника и количество повторений.

«Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (см)»

Упражнение выполняется из исходного положения «стоя на гимнастической скамье», стопы расположены параллельно, на ширине 10 см, ноги прямые, туловище прямое. Наклоном вперед выполняем пять амплитудных движения вниз с выдохом. Затем зафиксировать положение наклона: кисти на одном уровне. Оценивается глубина наклона относительно кончиков пальцев рук, расположенных ниже уровня опорной поверхности, (см.)

«Гиперэкстензия»

Упражнение выполняется из исходного положения «лежа на животе», локти разведены в стороны, лопатки опущены вниз, мышцы живота напряжены, выполнять подъем туловища. Оценивается количество правильно выполненных упражнений.

«Приседание»

Упражнение выполняется из исходного положения «стойка ноги врозь», стопы расположены параллельно друг другу или с незначительным разворотом наружу, плотно прижаты к полу, руки вдоль туловища. При выполнении приседания спина прямая, бедра параллельно полу, стопы от пола не отрываются. Приседание выполняется до образования прямого угла между голенью и бедром (угол в коленном суставе 90 градусов). Оценивается количество правильно выполненных упражнений.

«Шаги на месте на степ платформе.

Ходьба в среднем темпе. И.П. основная стойка лицом к степ-платформе. Шаги с подъёмом на степ и спуском со степа. Туловище сохраняет легкий, естественный наклон вперед, мышцы живота подтянуты. Руки в положении «на поясе» или работа руками. Оценивается техника подъёма и спуска на степ и со степа, в течении 12 минут.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.4. Структура и примеры билетов для итогового контроля

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. **Головина, В. А.** Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура и спорт. История ФКиС: учеб. пособие / Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 96 с.
3. **Плаксына, Н. В.** Психолого-педагогические и медико-биологические основы в структуре дисциплины «Физическая культура и спорт»: учеб. пособие / Н. В. Плаксына, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 124 с.

Б. Дополнительная литература

1. **Письменский, И. А.** Физическая культура: учебник для вузов / И. А. Письменский, Ю. Н. Аллянов. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14056-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560410> (дата обращения: 30.07.2025).
2. **Конеева, Е. В.** Физическая культура: учебник для вузов / под редакцией Е. В. Конеевой. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 609 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18617-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564728> (дата обращения: 30.07.2025).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Научные и публицистические журналы (в свободном доступе сети интернет):

- Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195,
- Адаптивная физическая культура. ISSN 1998-149X,
- Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. ISSN
- Теория и практика физической культуры (англ). ISSN 2409-4234
- Теория и практика физической культуры (рус). ISSN 0040-3601
- Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. ISSN 2305-8404
- Культура физическая и здоровье. ISSN 1999-3455
- «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547

- «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779.

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

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 30.07.2025)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<https://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2022 – 2025 гг., 2023-2026 гг., (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – **5 (общее число слайдов – не менее 120);**
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (**общее число вопросов – 120**);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число тем для задания ТИР – **80**).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на _____.20__ составляет _____ экз.

Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая культура и спорт» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- для проведения лекционных занятий – лекционная учебная аудитория, оборудованная переносными электронными средствами демонстрации (компьютер/ноутбук со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет;

- для проведения практических занятий – спортивный зал, шведские стенки, скамейки гимнастические, мячи набивные, скакалки гимнастические резиновые, палки гимнастические, коврики туристические, стенка зеркальная, рулетка измерительная, мячи футбольные, степ-платформы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и лицензионным программным обеспечением, копировальные аппараты; локальная сеть с доступом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде, кафедральные библиотеки электронных изданий.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://onlinelibrary.wiley.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Microsoft Office	Контракт №175-	150 лицензий	12 месяцев

	Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	262ЭА/2019 от 30.12.2019	для активации на рабочих станциях	(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13- 143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. 1.1. Физическая культура и спорт в общекультурной деятельности человека.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; <i>Владеет:</i> – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 1 тестовое задание к разделу 1)
1.2. Основы организации физического воспитания.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 2,

	поддержания собственного уровня физической подготовленности; <i>Владеет:</i> – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	тестовое задание к разделу 1)
Раздел 2 2.1. Средства физической культуры и спорта в совершенствовании функциональных возможностей организма.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 3 тестовое задание к разделу 2)
2.2. Физическая культура и спорт в обеспечении здоровья. Основы здорового образа жизни.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные нормативы 4,5 тестовое задание к разделу 2)

	физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	
Раздел 3. 3.1. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (тематической исследовательской работы ТИР, тестовое задание к разделу 3)

	уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	
3.2. История спорта. Физическая культура и спорт, как средство регулирования работоспособности	<i>Знает:</i> – нормы здорового образа жизни; – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (тематической исследовательской работы ТИР, тестовое задание к разделу 3)
Раздел 4. 4.1. Механизмы и закономерности совершенствования систем организма в процессе физической тренировки.	<i>Знает:</i> – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные норматив 6, тестовое задание к разделу 4)

	собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	
4.2. Врачебный контроль и самоконтроль в процессе занятий физическими упражнениями.	<i>Знает:</i> – основные здоровьесберегающие технологии; – методы и средства поддержания уровня физической подготовленности; <i>Умеет:</i> – применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; – использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; – предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте; <i>Владеет:</i> – навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; – системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольные норматив 7, тестовое задание к разделу 4)

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Физическая культура и спорт»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Функциональные полимеры»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена :

д.х.н., профессор, заведующий кафедрой биоматериалов М.И. Штильман

д.х.н., доцент, профессор кафедры биоматериалов Я.О. Межуев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направления подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестров.

Дисциплина **«Функциональные полимеры»** относится к основной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области ...

Цель дисциплины – знакомство студентов с наукой о высокомолекулярных соединениях, с основами способов и методов синтеза и модификации полимеров, изучения их физико-химических и физико-механических свойств, с химическими реакциями макромолекул, с корреляцией механических свойств и структуры полимеров и материалов на их основе, веществ полимерной природы.

Задачи дисциплины

- получение студентом навыков освоения и критического анализа теоретического и экспериментального материала
- овладение базовыми информационными и инструментальными технологиями.

Дисциплина **«Функциональные полимеры»** преподается в 6 семестре. 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 и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации
- Особенности химических реакций с участием макромолекул
- Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации
- Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами

Уметь:

- Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров
- Написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров

Владеть:

- Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт 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. Общие представления о полимерах	93	32	32	-	29
1.1	Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено	4	2	2	-	2
1.2	Основные отличия процессов полимеризации протекающих по ступенчатому и цепному механизмам	4	2	2	-	2
1.3	Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул	4	2	2	-	2
1.4	Значения констант и энергетика радикальной полимеризации	8	4	4	-	3
1.5	Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения	4	2	2	-	2
1.6	Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь	4	2	2	-	2
1.7	Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью	4	2	2	-	2
1.8	Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации	8	4	4	-	3

1.9	Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта	4	2	2	-	2
1.10	Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов	4	2	2	-	2
1.11	Значение термодинамических параметров и полимеризация	4	2	2	-	2
1.12	Циклические мономеры и виды полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла	4	2	2	-	3
1.13	Общее рассмотрение цепной сополимеризации	8	4	4	-	2
2.	Раздел 2. Ступенчатые процессы синтеза макромолекул	43,5	16	16	-	11,5
2.1	Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования	16	8	8	-	5,75
2.2	Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы	16	8	8	-	5,75
3.	Раздел 3. Реакции с участием макромолекул	43,5	16	16	-	11,5
3.1	Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп	16	8	8	-	5,75
3.2	Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы	16	8	8	-	5,75
	ИТОГО	180	64	64	-	52

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Цепные процессы синтеза макромолекул

1.1. Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено.

Способы изображения полимерных молекул. Три основных отличия полимеров: цепная структура, наличие в цепи повторяющихся звеньев или цепных фрагментов, наличие высокой молекулярной массы. Молекулярный вес, полидисперсность и молекулярно-массовое распределение полимеров (ММР). Методы усреднения молекулярного веса полимеров. Примеры природных, синтетических и искусственных полимеров. Номенклатура и классификация полимеров. Основные способы получения синтетических полимеров из низкомолекулярных веществ (мономеров) методами ступенчатой и цепной полимеризации или химическим воздействием на исходные полимеры.

1.2. Основные отличия процессов полимеризации протекающих по ступенчатому и цепному механизмам.

Типы мономеров склонных к реакциям цепной полимеризации. Цепная полимеризация виниловых мономеров, инициируемая активными центрами радикального, катионного или анионного характера. Образование высокомолекулярных полимеров на начальной стадии по реакции активного центра растущей цепи с мономером и наличие обрыва цепи как основные характеристики цепной полимеризации. Влияние заместителя при двойной углерод-углеродной связи мономера на способность к полимеризации под влиянием различных типов активных центров. Первичная и вторичная структура полимерной цепи, понятие о стереорегулярности.

1.3. Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул.

Мономеры, применяемые для радикальной полимеризации. Инициаторы и рост цепи при свободно-радикальной полимеризации, кинетическое описание процесса. Пути обрыва цепи при радикальной полимеризации, кинетическая длина цепи, молекулярный вес и молекулярно-массовое распределение.

1.4. Значения констант и энергетика радикальной полимеризации.

Передача цепи при радикальной полимеризации, применение передатчиков для регулирования молекулярной массы, теломеризация. Передача цепи на полимер и возникновение разветвленных полимеров. Ингибирование и торможение полимеризации, типы ингибиторов и замедлителей. Автоингибирование при полимеризации аллильных мономеров. Способы проведения радикальной полимеризации и их характеристика. Полимеры, получаемые по реакции радикальной полимеризации.

1.5. Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения.

Получение полианилина, полипиррола и политиофена методами окислительной полимеризации исходных насыщенных мономеров. Электронное строение и специфические свойства таких полимеров и их использование в качестве материалов для имплантатов, искусственных мышц и высокочувствительных биосенсоров.

1.6. Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь.

Влияние заместителей в молекулах мономеров на их склонность к катионной полимеризации. Способы инициирования катионной полимеризации. Рост и обрыв цепи при катионной полимеризации. Упрощенная кинетическая схема катионной полимеризации и энергетические характеристики процесса. Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику катионной полимеризации. Трудности при интерпретировании кинетических исследований, роль контактных ионных пар и свободных катионов в реакции полимеризации и значения констант инициирования и роста. Передача цепи на мономер и полимер и ММР полимеров, получаемых при катионной полимеризации. Промышленные полимеры, получаемые по реакции катионной полимеризации.

1.7. Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью.

Влияние заместителей в молекулах мономеров на их склонность к анионной полимеризации. Способы инициирования анионной полимеризации. Кинетика анионной

полимеризации на свободных ионах, рост и обрыв (передача) кинетической цепи. Стереорегулирование при анионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров на алкилах лития. Безобрывная полимеризация, скорость и длина кинетической цепи при безобрывной полимеризации.

1.8. Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации.

Сольватно-разделенные и контактные ионные пары. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, получаемых в отсутствие реакций обрыва. Значения констант роста и энергетика процессов при безобрывной полимеризации. Явление ассоциации при иницировании живой полимеризации алкилами лития. Получение диблочных, полиблочных, привитых, гребне- и звездообразных сополимеров. Морфологические особенности на границах раздела фаз блок- и привитых сополимеров.

1.9. Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта.

Анионно-координационная полимеризация. Образование активных центров, иницирование, рост и обрыв (передача) цепи на комплексных координационных катализаторах. Кинетические особенности полимеризации на таких катализаторах. Стереоспецифическая полимеризация α -олефинов и вероятные механизмы стереорегулирования. Получение стереорегулярных полимеров бутадиена и изопрена на катализаторах типа Циглера-Натта и металлалкилах. Механизм стереорегулирования при полимеризации сопряженных диенов. Оптически активные полимеры. Статистические модели роста цепи. Промышленные полимеры, получаемые на комплексных координационных катализаторах.

1.10. Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов.

Метатезис, протекающей под действием комплексных катализаторов на основе W, Mo, Ru через стадию полного разрыва двойных углерод-углеродных связей и их последующей регенерации. Сохранение неизменного числа двойных связей в реакционной системе – уникальная особенность полимеризации циклоолефинов под влиянием катализаторов метатезиса. Механизм и цепной характер реакции метатезиса линейных и циклических олефинов. Образование активных металл-карбеновых комплексов, иницирование, рост и обрыв (передача) цепи при метатезисной полимеризации циклоолефинов. Молекулярная масса и ММР полимеров циклоолефинов. Термодинамика процессов полимеризации циклоолефинов, протекающей с раскрытием цикла. Межмолекулярные и внутримолекулярные обменные реакции в процессах роста цепи. Критическая концентрация и циклодеструкция ненасыщенных карбоциклических полимеров. Получение электропроводящего полиацетилена метатезисной полимеризацией циклооктатетраена. Полимеры циклоолефинов (полиалкенамеры), получаемые на комплексных катализаторах по реакции метатезиса.

1.11. Значение термодинамических параметров и полимеризация.

Влияние строения исходного мономера на его способность к полимеризации. Энергии связей и теплоты полимеризации мономеров, содержащих двойные и тройные связи. Энтальпия, энтропия и энергия Гиббса в процессах полимеризации алкенов. Общее рассмотрение способности мономеров к полимеризации на основе значений термодинамических параметров. Термодинамический запрет на полимеризацию

некоторых мономеров. Влияние заместителей при двойной связи на полимеризацию алкенов. Понятие о верхней и нижней предельной температуре полимеризации, термодинамическая и кинетическая нестабильность полимеров. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие и методы определения термодинамических величин.

1.12. Циклические мономеры и виды полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла.

Термодинамика полимеризации с раскрытием цикла лактамов, лактонов, простых циклических эфиров, циклопарафинов. Метатезисная полимеризация циклоолефинов и циклодиенов с раскрытием цикла. Равновесная полимеризация циклопентена. Механизм анионной полимеризации лактамов, лактонов, эпоксидов и циклосилоксанов. Катионная полимеризация лактонов и иных кислородсодержащих циклов. Полиорганосфазены, полимерная сера и селен.

1.13. Общее рассмотрение цепной сополимеризации.

Типы сополимеров – статистические, чередующиеся, блок- и привитые сополимеры. Уравнения зависимости состава сополимера от исходной смеси сомономеров (Уолл, Уоллинг). Относительные активности мономеров в процессах сополимеризации. Типы сополимеризационных процессов – идеальная, чередующаяся, микроблочная. Изменение состава сополимеров во времени при различных степенях конверсии. Резонансные и полярные эффекты и их роль при сополимеризации. Q-е схема и эмпирические подходы к оценке активности сомономеров. Катионная, анионная и координационная сополимеризация алкеновых и диеновых мономеров и их применение на практике. Методы определения относительных активностей сомономеров.

Раздел 2. Ступенчатые процессы синтеза макромолекул.

2.1. Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования.

Рост цепи через стадию образования олигомеров и отсутствие обрыва (сохранение активных центров) как основная особенность ступенчатой полимеризации. Молекулярная масса, полидисперсность и наиболее вероятное молекулярно-массовое распределение Флори. Межмолекулярные и внутримолекулярные реакции в процессе роста и их влияние на характер ММР, образование циклических продуктов путем циклодеструкции и критическая концентрация реакционной среды.

2.2. Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы.

Влияние избытка реагентов и монофункциональных добавок на молекулярную массу полимера. Трехмерная полимеризация и модифицированное уравнение Карозерса, функция ММР для случая нелинейной ступенчатой полимеризации. Равновесная полимеризация в закрытых и открытых системах, влияние остаточного побочного продукта реакции на молекулярную массу полимера. Механизмы реакций ступенчатой полимеризации. Сополимеризация по ступенчатому механизму. Методы проведения полимеризации в расплаве и растворе, особенности межфазной полимеризации. Полимеры, получаемые по реакциям ступенчатой полимеризации.

Раздел 3. Реакции с участием макромолекул

3.1. Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп.

Особенности реакций полимерных молекул. Влияние локальной концентрации функциональных групп, стерические и электростатические эффекты. Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие полимерную цепь. Хлорировании и сульфохлорирование полиэтилена, гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование синтетических и природных каучуков. Создание сетчатых структур на основе насыщенных полиуглеводородов, натуральных и синтетических каучуков. Получение полиацетилена и его производных по реакции дегидрогалогенирования поливинилгалогенидов. Дегидрофторирование поливинилиденфторида – путь синтеза линейной формы углерода, карбина.

3.2. Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы.

Промышленное получение поливинилового спирта гидролизом поливинилацетата. Целлюлоза и ее производные, получение поливинилбутираля, гидролиз полиметилметакрилата и полиакриламида. Термическая деструкция полимеров, получение черного орлона термической обработкой полиакрилонитрила. Полимеры в роли носителей, полимерные реагенты, катализаторы и субстраты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации	+	+		
2	– Особенности химических реакций с участием макромолекул			+	
3	– Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации	+	+	+	
3	– Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами	+	+	+	
	Уметь:				
3	– Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров	+	+	+	
4	– Написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров			+	
	Владеть:				
5	– Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
7	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
9	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материа-лов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено	2
2	1.2	Основные отличия процессов полимеризации протекающих по ступенчатому и цепному механизмам	2
3	1.3	Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул	2
4	1.4	Значения констант скоростей и энергетика радикальной полимеризации	2
5	1.5	Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения	4
6	1.6	Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь	2
7	1.7	Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью	2
8	1.8	Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации	4
9	1.9	Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта	2
10	1.10	Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов	2
11	1.11	Значение термодинамических параметров и полимеризация	2
12	1.12	Циклические мономеры и виды полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла	2
13	1.13	Общее рассмотрение цепной сополимеризации	4
14	2.1	Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования	8
15	2.2	Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы	8
16	3.1	Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп	8
17	3.2	Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы	8

6.2 Лабораторные занятия

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «**Функциональные полимеры**» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 52 ч в 6 семестре плюс 36 ч (подготовка к зачёту). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой;
- 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** (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 складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), реферативной работы (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме **зачёта с оценкой** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Принципы разделения методов синтеза полимеров на ступенчатые и цепные. Сравнительные характеристики и мономеры для этих видов полимеризации.
2. Особенности цепной свободно- радикальной полимеризации, мономеры для радикальной полимеризации, кинетика и механизм. Промышленно важные процессы радикальной полимеризации.
3. Мономеры для катионной полимеризации. Инициаторы полимеризации, кинетика и механизм. Промышленно важные процессы катионной полимеризации.
4. Мономеры для анионной полимеризации. Инициаторы полимеризации, кинетика и механизм. Безобрывная полимеризация на литийалкилах. Промышленно важные процессы катионной полимеризации.
5. Комплексные металлоорганические катализаторы типа Циглера-Натта и стереоспецифическая полимеризация олефинов. Катализаторы нового поколения и синтез поли- α -олефинов. Промышленно важные процессы анионно-координационной полимеризации.
6. Особенности реакции метатезиса линейных и циклических олефинов, кинетика, термодинамика и механизм метатезисной полимеризации. Промышленный синтез полимеров циклоолефинов.
7. Способы проведения окислительной полимеризации ароматических и гетероциклических соединений. Электропроводящие полимеры и их возможное применение для медико-биологических целей.

8. Общие принципы, энтальпия и энтропия цепной полимеризации ненасыщенных и циклических мономеров, полимеризационно-деполимеризационное равновесие.
9. Особенности цепной сополимеризации ненасыщенных и циклических мономеров относительная активность сомономеров, ее влияние на состав сополимеров и методы определения. Промышленно важные сополимеры.
10. Ступенчатая полимеризация – построение макромолекул путем химических реакций бифункциональных соединений (мономеров)
11. Равновесие при ступенчатой полимеризации, ее кинетические особенности, регулирование молекулярной массы и промышленно важные полимеры.
12. Реакции полимеров с участием основных макромолекул (гидрирование, дегидрирование, дегало- и дегидрогалогенирование, термические и химические разрывы макромолекул).
13. Полимераналогичные превращения исходных синтетических и природных полимеров за счет реакций с участием боковых функциональных групп. Промышленно важные полимеры, получаемые по реакциям с участием макромолекул.
14. Методы расчета кинетики реакции метатезиса.
15. Методы расчета кинетики реакции гетерогенной ионно-координационной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.
16. Методы расчета кинетики гомогенной ионно-координационной полимеризации.
17. Молекулярно-массовое распределение до глубоких конверсий. Методы расчета.
18. Аналитические функции молекулярно-массового распределения и области их применения.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работ. (две контрольных работы в 1 разделе и по одной – во 2 и в 3 разделах). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 10 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

Стереоспецифическая полимеризация α -олефинов и вероятные механизмы стереорегулирования.

Вопрос 1.2.

Получение стереорегулярных полимеров бутадиена и изопрена на катализаторах типа Циглера-Натта и металлалкилах.

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

Вопрос 2.1.

Механизм стереорегулирования при полимеризации сопряженных диенов.

Вопрос 1.2.

Оптически активные полимеры

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

Влияние избытка реагентов и монофункциональных добавок на молекулярную массу полимера.

Вопрос 3.2.

Трехмерная полимеризация и модифицированное уравнение Карозерса, функция ММР для случая нелинейной ступенчатой полимеризации.

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

Вопрос 4.1.

Промышленное получение поливинилового спирта гидролизом поливинилацетата.

Вопрос 4.2.

Целлюлоза и ее производные, получение поливинилбутираля, гидролиз полиметилметакрилата и полиакриламида.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачёт с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – 40 баллов. Билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачёт с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – 40 баллов

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачёт с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – 40 баллов. Билет содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос- 20 баллов.

1. Вывод уравнения для скорости радикальной полимеризации.
2. Вывод уравнения для скорости и степени полимеризации фотохимически инициируемой радикальной полимеризации не осложненной процессами передачи цепи.
3. Вывод основного уравнения теории радикальной полимеризации (связь среднечисловой степени полимеризации со скоростью и константами передачи цепи на все компоненты реакционной системы). Вывод уравнения Майо.
4. Вывод уравнений для расчета энергий активации скорости и степени радикальной полимеризации.
5. Вывод уравнения для скорости ингибируемой радикальной полимеризации.
6. Вывод распределения Флори и область его действия.
7. Вывод распределения Шульца и область его действия.
8. Кинетика катионной полимеризации катализируемой кислотами Бренстеда и Льюиса с обрывом цепи.
9. Вывод уравнения для степени катионной полимеризации с учетом процессов передачи цепи.
10. Вывод уравнения для энергии активации скорости катионной полимеризации.
11. Вывод уравнения для скорости и степени анионной полимеризации, инициируемой амидом натрия в среде жидкого аммиака.

12. Вывод необходимого и достаточного объединенного уравнения живой полимеризации.
13. Вывод уравнения для скорости живой анионной полимеризации неполярных мономеров в полярных растворителях (с учетом тесных ионных пар и свободных ионов, как активных центров полимеризации).
14. Вывод уравнения для скорости живой анионной полимеризации неполярных мономеров в неполярных растворителях (с учетом тесных ионных пар и их ассоциатов, как активных центров полимеризации).
15. Вывод для скорости анионной полимеризации полярных мономеров с мономолекулярным обрывом цепи путем циклизации.
16. Вывод уравнения для скорости идеальной живой радикальной полимеризации.
17. Вывод уравнения состава сополимера. Метод Льюиса для определения констант сополимеризации.
18. Вывод уравнения состава сополимера. Метод Файнемана – Росса для определения констант сополимеризации.
19. Уравнение зависимости равновесной концентрации мономера в системе от температуры полимеризации (термодинамика полимеризации).
20. Вывод уравнения Карозерса и его анализ для различных значений средней функциональности.
21. Вывод уравнения для расчета среднечисловой степени полимеризации при поликонденсации при неэквивалентном соотношении реакционноспособных функциональных групп. Влияние добавок монофункциональных соединений.
22. Распределение Флори при поликонденсации. Числовые и массовые функции распределения и выражение для индекса полидисперсности.
23. Вывод уравнений, связывающих максимальную степень полимеризации при поликонденсации с константой поликонденсационного равновесия для случаев удаления и неудаления низкомолекулярного продукта.
24. Вывод уравнений связи среднечисловой степени полимеризации с константой скорости поликонденсации и временем для случая самокатализируемой и катализируемой внешним кислотным катализатором поликонденсации.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта (6 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «*Основы химии и физики высокомолекулярных соединений*» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёт с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы **зачёта** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Функциональные полимеры	
Билет № 1 1. Вывод основного уравнения теории радикальной полимеризации (связь среднечисловой степени полимеризации со скоростью и константами передачи цепи на все компоненты реакционной системы). Вывод уравнения Майо. 2. Вывод уравнения состава сополимера. Метод Льюиса для определения констант сополимеризации.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения / - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.

Б. Дополнительная литература

1. Оудиан Д. Основы химии полимеров / - М.: Мир, 1974, - 614с

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 «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал общей химии» ISSN 0044 - 460X
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 200);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Цепные процессы синтеза макромолекул	<i>Знает:</i> – Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации – Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации – Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <i>Умеет:</i> – Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <i>Владеет:</i> – Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> с оценкой (6 семестр)
Раздел 2. Наименование раздела	<i>Знает:</i> – Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации – Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр) Оценка за контрольную работу

	примесей в процессах их получения или модификации – Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <i>Умеет:</i> – Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <i>Владеет:</i> – Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений	№4 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт с</i> оценкой (6 семестр)
Раздел 3. Наименование раздела	<i>Знает:</i> – Особенности химических реакций с участием макромолекул – Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации – Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <i>Умеет:</i> – Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров – Написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров <i>Владеет:</i> – Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений	Оценка за контрольную работу №5 (6 семестр) Оценка за <i>зачёт с</i> оценкой (6 семестр)

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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

**«Функциональные полимеры»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия**

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химические источники тока»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом Сколковского института науки и инноваций к.т.н. Фёдоровым Ф. С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтех РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха «Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии»** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Химические источники тока»** относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей физики, квантовой физики, физической химии.

Цель дисциплины – формирование базовых знаний о видах и способах электрохимического запасания и преобразования энергии, а также о термодинамических и кинетических соотношениях, определяющих режимы функционирования химических источников тока, наиболее широко применяемых в промышленности, транспорте и в портативных электронных устройствах, а также компетенций, необходимых химикам всех специальностей для решения конкретных задач, связанных с процессами с участием заряженных частиц.

Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ функционирования химических источников тока, применяемых в промышленности, транспорте и в портативных электронных устройствах;
- ознакомление с электрохимическими методами определения кинетических и термодинамических параметров электрохимических процессов;
- ознакомление с принципами функционирования современных химических источников тока и перспективами развития направления электрохимического хранения и запасания энергии.

Дисциплина **«Химические источники тока»** 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**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в	УК-8.1. Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики УК-8.2. Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них

	том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	применительно к сфере своей профессиональной деятельности УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

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: научно-исследовательский				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н) (уровень квалификации – 6) Корректировка и разработка методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов</i>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные термины, понятия и методы экспериментальной электрохимии;
- теоретические соотношения электрохимической термодинамики и кинетики;
- типы химических источников тока, принципы их функционирования и области применения

уметь:

- оценивать термодинамические и кинетические параметры электродных процессов, протекающих в химических источниках тока, обоснованно выбирать соответствующую физическую модель для решения конкретной задачи;
- математически обрабатывать результаты исследования;

владеть:

- методологией подбора методов электрохимического анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	зачёт с оц.		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов			
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Обзор электрохимических устройств запасаения и превращения энергии	18	6	6	6
1.1	Введение	6	2	2	2
1.2	Растворы электролитов	6	2	2	2
1.3	Электрохимическая термодинамика	6	2	2	2
2	Раздел 2. Электрохимическая кинетика	36	10	10	16
2.1.	Стадийность электрохимических процессов	7	2	2	3
2.2.	Закономерности стадии переноса заряда	7	2	2	3
2.3.	Закономерности стадии диффузии	7	2	2	3
2.4.	Электрохимические методы	7	2	2	3
2.5.	Гидродинамические методы и спектроскопия импеданса	8	2	2	4
3	Раздел 3. Химические источники тока	54	16	16	22
3.1	Гальванические элементы	7	2	2	3
3.2	Аккумуляторы	7	2	2	3
3.3	Топливные элементы	7	2	2	3
3.4	Конденсаторы и суперконденсаторы	7	2	2	2
3.5	Литий-ионные аккумуляторы их аналоги	14	4	4	6
3.6	Проточные аккумуляторы	7	2	2	3
3.7	Перспективные направления в области запасаения и преобразования электрохимической энергии.	7	2	2	2
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Обзор электрохимических устройств запасаения и превращения энергии.

1.1. Предмет исследования электрохимии. Устройства запасаения и преобразования энергии. Практические приложения. «Зеленая» энергетика.

1.2 Растворы электролитов

Электролитическая диссоциация. Сольватация ионов в растворе. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации. Состояние ионов в растворе. Ион-ионные взаимодействия. Коэффициенты активности. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы измерения электропроводности. Электропроводность при бесконечном разведении и связь с коэффициентом диффузии. Концентрационная зависимость электропроводности.

1.3. Электрохимическая термодинамика

Термодинамика электрохимических систем. Уравнение Нернста. Электродвижущая сила. Расчет величин ЭДС. Электродные потенциалы. Шкала электродных потенциалов. Диффузионный потенциал и мембранные потенциалы. Расчет диффузионного потенциала. Ион-селективные электроды. Расчет ЭДС гальванического элемента.

Раздел 4. Электрохимическая кинетика

4.1 Стадийность электрохимических процессов

Двойной электрический слой и адсорбция. Понятие лимитирующей стадии. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Стадия переноса заряда. Стадия массопереноса. Поляризационные кривые. Смешанная кинетика.

4.2 Закономерности стадии переноса заряда

Уравнение Батлера-Фольмера. Перенапряжение. Константа скорости электрохимической реакции. Ток обмена. Составляющие энергии активации. Коэффициент переноса. Уравнение Тафеля. Примеры процессов, скорость которых контролируется кинетикой межфазного переноса электрона.

4.3 Закономерности стадии диффузии

Механизмы массопереноса. Движущая сила диффузии. Законы Фика. Распределение концентрации реагента вблизи поверхности электрода. Стационарная диффузия. Нестационарная диффузия. Поляризационная кривая в условиях смешанной кинетики.

4.4 Электрохимические методы

Вольтамперометрия. Уравнение Рэндлса-Шевчика. Метод Николсона для расчета констант скорости электрохимических процессов. Микроэлектроды. Хроноамперометрия. Уравнение Коттрелла. Хронопотенциометрия. Электрохимическое кварцевое микровзвешивание.

4.5 Гидродинамические методы и спектроскопия импеданса

Конвекция. Гидродинамические методы. Вращающийся дисковый электрод. Уравнение Левича. Кинетика реакции выделения водорода и реакции восстановления кислорода. Спектроскопия импеданса. Эквивалентные схемы. Расчет кинетических параметров из данных спектроскопии импеданса.

Раздел 5. Химические источники тока

5.1 Гальванические элементы

Первичные и вторичные источники тока. Элемент Даниэля—Якоби. Элемент Лекланше. Элемент Вестона. Цинк-воздушные и алюминий-воздушные элементы. Литиевая батарея.

5.2 Аккумуляторы

Свинцово-кислотный аккумулятор. Никель-кадмиевый аккумулятор. Литий-воздушный аккумулятор. Литий-ионный аккумулятор.

5.3 Топливные элементы

Щелочной топливный элемент. Топливный элемент с протонообменной мембраной. Метанольный топливный элемент. Твердоксидный топливный элемент.

5.4 Конденсаторы и суперконденсаторы

Двойнослойные конденсаторы. Псевдоконденсаторы. Гибридные конденсаторы.

5.5 Литий-ионные аккумуляторы их аналоги

Материалы для литий-ионных аккумуляторов. Электролиты и электролитные добавки. Технологический процесс изготовления литий-ионных аккумуляторов. Срок службы и безопасность литий-ионных аккумуляторов.

5.6 Проточные аккумуляторы

Ванадиевые проточные аккумуляторы. Броматные проточные аккумуляторы. Органические проточные аккумуляторы. Ограничения и преимущества проточных аккумуляторов.

5.7 Перспективные направления в области запасаения и преобразования электрохимической энергии.

Новые материалы для аккумуляторов. Катализаторы для топливных элементов. Новые архитектуры электродов для металл-ионных аккумуляторов. Концепция замкнутого углеродного цикла. Возобновляемая энергетика.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– основные термины, понятия и методы экспериментальной электрохимии;	+	+		
2	– теоретические соотношения электрохимической термодинамики и кинетики	+	+		
3	– типы химических источников тока, принципы их функционирования и области применения	+		+	
	Уметь:				
4	– оценивать термодинамические и кинетические параметры электродных процессов, протекающих в химических источниках тока, обоснованно выбирать соответствующую физическую модель для решения конкретной задачи;	+	+		
5	– математически обрабатывать результаты исследования	+	+		
	Владеть:				
6	– методологией подбора методов электрохимического анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов	+	+		
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>Универсальные и Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1. Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики УК-8.2. Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем	+	+	+

		месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций			
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+

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	Обзор электрохимических устройств запасаения и превращения энергии	2
2	2	Растворы электролитов	2
3	3	Электрохимическая термодинамика	2
4	4	Стадийность электрохимических процессов	2
5	4	Закономерности стадии переноса заряда	2
6	4	Закономерности стадии диффузии	2
7	4	Электрохимические методы	2
8	4	Гидродинамические методы и спектроскопия импеданса	2
9	5	Гальванические элементы	2
10	5	Аккумуляторы	2
11	5	Топливные элементы	2
12	5	Конденсаторы и суперконденсаторы	2
13	5	Литий-ионные аккумуляторы их аналоги	4
14	5	Проточные аккумуляторы	2
15	5	Перспективные направления в области запасаения и преобразования электрохимической энергии	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Химические источники тока*», 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачёта 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 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предполагается.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (7 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

Рассчитайте общую концентрацию оксалата натрия, обеспечивающую равновесную концентрацию оксалат-иона $2 \cdot 10^{-3}$ М при pH 3,00. Для $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: $K_{a,1} = 5,6 \cdot 10^{-2}$, $K_{a,2} = 5,4 \cdot 10^{-5}$

Вопрос 1.2.

На титрование раствора NaOH, содержащего 4% Na_2CO_3 , в присутствии метилового оранжевого (pT=4,0) израсходовали 25,00 мл стандартного раствора HCl. Какой объем титранта пойдет на титрование этого же раствора NaOH в присутствии фенолфталеина (pT=9,0)? Для H_2CO_3 : $K_{a,1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$, $K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$.

Вопрос 1.3.

Рассчитайте константу равновесия реакции между ионами IO_3^- и I^- в растворе, в котором потенциал водородного электрода равен -0.30 В. При каком значении pH реакция не происходит ($K \leq 1$)? $E_{\text{IO}_3^-/\text{I}_2}^0 = 1.17 \text{ В}$, $E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = 0.54 \text{ В}$

Вопрос 1.4

В растворе нужно определить содержание железа (III) и хрома (III). Как это сделать, имея в распоряжении стандартный раствор перманганата калия, серебряный и цинковый редукторы? $E_{\text{AgCl}/\text{Ag}}^0 = 0.22 \text{ В}$, $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.76 \text{ В}$, $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0.77 \text{ В}$, $E_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}}^0 = -0.41 \text{ В}$.

Вопрос 1.5.

Ионы серебра, содержащиеся в 25,00 мл пробы, превратили в цианидный комплекс, добавив избыток раствора $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$. На титрование выделившихся ионов никеля израсходовали 43,70 мл 0,0240 М раствора ЭДТА. Напишите уравнения реакций и рассчитайте концентрацию (г/л) серебра в растворе пробы. Мол. масса Ag – 107,86

Вопрос 1.6.

В 100 мл 0,01 М HNO_3 растворяется $4,00 \cdot 10^{-5}$ г Hg_2Cl_2 . Рассчитайте концентрацию ртути г/л в насыщенном растворе Hg_2Cl_2 в присутствии 0,001 М HCl. Мол. массы: Hg_2Cl_2 - 472,09; Hg - 200,59

Вопрос 1.7.

К раствору, содержащему 0,01753 г NaCl в литре, прибавили равный объем раствора Ag_2SO_4 , полученного десятикратным разбавлением насыщенного раствора. Выпадет ли осадок? Ионной силой пренебречь. $K_s^0 = \{\text{Ag}_2\text{SO}_4\} = 1,46 \cdot 10^{-5}$; $K_s^0 \{\text{AgCl}\} = 1,8 \cdot 10^{-10}$; мол. масса NaCl – 58,44.

Вопрос 1.8.

Изучено распределение кислоты НА между равными объемами воды и нитробензола. Константа распределения кислоты равна 10^3 , а коэффициент распределения при pH 6 – 10^2 . Рассчитайте константу диссоциации кислоты ($K_{a,НА}$). Нарисуйте кривую распределения кислоты и укажите интервал pH, в котором константа распределения равна коэффициенту распределения.

Вопрос 1.9.

Почему растворимость свежесоздаваемых и постоянных в растворах осадков различается?

Вопрос 1.10.

От каких факторов зависит степень извлечения вещества при экстракции?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 6 вопросов, по 5 баллов за вопрос.**Вопрос 2.1.**

На хроматограмме получены пики при 0,84 мин (неудерживаемый компонент А), при 10,60 мин (компонент В) и 11,08 мин (компонент С). Ширина пиков В и С соответствует 0,56 и 0,59 мин соответственно. Длина колонки – 28,3 см, объем стационарной фазы – 12,3 мл, подвижной фазы – 17,6 мл. Рассчитайте: а) число теоретических тарелок колонки; б) высоту, эквивалентную теоретической тарелке, и укажите, что характеризует эта величина; в) коэффициент удерживания для компонентов В и С; г) коэффициенты распределения компонентов В и С; д) коэффициент селективности и разрешение пиков компонентов В и С. Нарисуйте хроматограмму.

Вопрос 2.2.

При разделении на хроматографической колонке с объемом неподвижной фазы 1,5 мл и объемом удерживания неудерживаемого компонента 2,5 мл, соединения А и В имеют коэффициенты распределения 5,0 и 15,0 соответственно. Эффективность колонки – 20 теоретических тарелок. Рассчитайте, будет ли полным разделение веществ А и В. Какова должна быть эффективность колонки, чтобы получить 6σ-разделение компонентов А и В?

Вопрос 2.3.

Стандартные отклонения хроматографического пика, связанные с некоторыми факторами размытия, составляют 0,0041; 0,0011; 0,0091 и 0,0470 см. Вычислите: а) стандартное отклонение ширины пика; б) эффективность колонки (Н, мкм) длиной 15 см; в) число 13 теоретических тарелок, необходимое для 4σ-разделения двух веществ, если коэффициент селективности равен 1,03.

Вопрос 2.4.

Определите удерживаемый объем н-пентанола, если при 77°C и скорости потока газ-носителя 90 мл/мин на сорбенте Chromaton N AW DMCS, покрытом Carbowax 1500, получены следующие времена удерживания спиртов: метанол – 72,3 с; этанол – 126 с; бутанол – 509 с. Пик неудерживаемого компонента появляется на хроматограмме через 30 с.

Вопрос 2.5.

Нарисуйте схему потокораспределительной системы для проточно-инжекционного анализа. В чем его сущность?

Вопрос 2.6.

Доказано, что результаты анализа подчиняются закону нормального распределения. Какое распределение и какие таблицы вы будете использовать, если число определений равно: а) 5; б) 25; в) 17; г) 50; д) 3?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20- баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Электролитическая диссоциация. Сольватация ионов в растворе. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации. Состояние ионов в растворе. Ион-ионные взаимодействия. Коэффициенты активности. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы измерения электропроводности. Электропроводность при бесконечном разведении и связь с коэффициентом диффузии. Концентрационная зависимость электропроводности.
2. Термодинамика электрохимических систем. Уравнение Нернста. Электродвижущая сила. Расчет величин ЭДС. Электродные потенциалы. Шкала электродных потенциалов. Диффузионный потенциал и мембранные потенциалы. Расчет диффузионного потенциала. Ион-селективные электроды. Расчет ЭДС гальванического элемента.
3. Двойной электрический слой и адсорбция. Понятие лимитирующей стадии. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Стадия переноса заряда. Стадия массопереноса. Поляризационные кривые. Смешанная кинетика.
4. Уравнение Батлера-Фольмера. Перенапряжение. Константа скорости электрохимической реакции. Ток обмена. Составляющие энергии активации. Коэффициент переноса. Уравнение Тафеля.
5. Механизмы массопереноса. Движущая сила диффузии. Законы Фика. Распределение концентрации реагента вблизи поверхности электрода. Стационарная диффузия. Нестационарная диффузия. Поляризационная кривая в условиях смешанной кинетики.
6. Вольтамперометрия. Уравнение Рэндлса-Шевчика. Метод Николсона для расчета констант скорости электрохимических процессов. Микроэлектроды.
7. Хроноамперометрия. Уравнение Коттрелла. Хронопотенциометрия. Электрохимическое кварцевое микровзвешивание.
8. Конвекция. Гидродинамические методы. Вращающийся дисковый электрод. Уравнение Левича. Кинетика реакции выделения водорода и реакции восстановления кислорода.
9. Спектроскопия импеданса. Эквивалентные схемы. Расчет кинетических параметров из данных спектроскопии импеданса.
10. Первичные и вторичные источники тока. Элемент Даниэля—Якоби. Элемент Лекланше. Элемент Вестона. Цинк-воздушные и алюминий-воздушные элементы. Литиевая батарея.
11. Свинцово-кислотный аккумулятор. Никель-кадмиевый аккумулятор. Литий-воздушный аккумулятор. Литий-ионный аккумулятор.
12. Щелочной топливный элемент. Топливный элемент с протонообменной мембраной. Метанольный топливный элемент. Твердоксидный топливный элемент.
13. Двойнослойные конденсаторы. Псевдоконденсаторы. Гибридные конденсаторы.

14. Материалы для литий-ионных аккумуляторов. Электролиты и электролитные добавки. Технологический процесс изготовления литий-ионных аккумуляторов. Срок службы и безопасность литий-ионных аккумуляторов.

15. Ванадиевые проточные аккумуляторы. Броматные проточные аккумуляторы. Органические проточные аккумуляторы. Ограничения и преимущества проточных аккумуляторов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (7 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «Химические источники тока» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёта с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

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
	Кафедра Сколтеха
	Код и наименование направления подготовки Профиль – Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии
	Химические источники тока
Билет № _ 1. Конвекция. Гидродинамические методы. Вращающийся дисковый электрод. Уравнение Левича. Кинетика реакции выделения водорода и реакции восстановления кислорода 2. Двойнослойные конденсаторы. Псевдоконденсаторы. Гибридные конденсаторы	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

- Багоцкий В.С. Основы электрохимии. – М.: Химия, 1988. – 400 с.
- Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия, 2001. – 624 с.
- Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меалле-Рено Р. М.: Техносфера, 2008. – 360 с.

Б. Дополнительная литература

- Compton, R.G. Understanding voltammetry. World Scientific, 2007. – 371 с.
- Schmickler, W., Santos, E. Interfacial electrochemistry. Springer, 2010. – 273 с.
- Huggins, R. Advanced batteries. Springer, 2009. – 504 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Научно-технические журналы:
 - Журнал «Электрохимия» ISSN 0424-8570
 - Журнал «Electrochimica Acta» ISSN 0013-4686
 - Журнал «Journal of Power Sources» ISSN 0378-7753
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
 - <https://electrochemistry.uoregon.edu/resources/>
 - <https://knowledge.electrochem.org/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

- сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «*Химические источники тока*» проводятся в форме лекционных и семинарских 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Обзор электрохимических устройств запасаения и превращения энергии	<i>знает:</i> – основные термины, понятия и методы экспериментальной электрохимии; – теоретические соотношения электрохимической термодинамики и кинетики; – типы химических источников тока, принципы их функционирования и области применения; <i>умеет:</i> – оценивать термодинамические и кинетические параметры электродных процессов, протекающих в химических источниках тока, обоснованно выбирать соответствующую физическую модель для решения конкретной задачи; – математически обрабатывать результаты исследования; <i>владеет:</i> – методологией подбора методов электрохимического анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов;	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (7 семестр)
Раздел 2. Электрохимическая кинетика	<i>знает:</i> – теоретические соотношения электрохимической термодинамики и кинетики; – типы химических источников тока, принципы их функционирования и области применения; <i>умеет:</i> – оценивать термодинамические и кинетические параметры электродных процессов, протекающих в химических источниках тока, обоснованно выбирать соответствующую физическую модель для решения конкретной задачи; – математически обрабатывать результаты исследования; <i>владеет:</i>	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (7 семестр)

	– методологией подбора методов электрохимического анализа конкретного объекта, методикой его проведения и интерпретации результатов;	
Раздел 3. Химические источники тока	<i>знает:</i> – типы химических источников тока, принципы их функционирования и области применения;	Оценка за <i>зачёт</i> (7семестр)

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
«Химические источники тока»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химические проблемы окружающей среды»

**Направление подготовки
04.03.01 Химия**

**Профиль подготовки
«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом Кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Староверовым Д. В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Химические проблемы окружающей среды»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической и органической химии.

Цель дисциплины – сформировать у студентов представление о современных экологических проблемах, о физико-химических процессах, протекающих в различных компонентах окружающей среды и о степени антропогенного воздействия на эти процессы; выработать у студентов навыки системного подхода к изучению и решению экологических проблем, возникших в результате промышленно-хозяйственной деятельности человека, развить мышление, позволяющее правильно оценивать локальные и отдаленные последствия принимаемых решений для окружающей среды и человека.

Задачи дисциплины

- сформировать основные понятия и принципы концепции устойчивого развития;
- ознакомить с основными сведениями о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду;
- приблизится к совершенствованию управлением качества окружающей среды;

Дисциплина **«Химические проблемы окружающей среды»** 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**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование УК, ПК	Код и наименование индикатора достижения УК, ПК
Системное и критическое мышление	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития	. УК-8.1. Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики. УК-8.2. Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

	общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.3. Умеет обеспечивать безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты. УК-8.4. Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте применительно к сфере своей профессиональной деятельности. УК-8.5. Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные законы общей экологии;
- закономерности строения и функционирования биосферы; современные экологические проблемы;
- основы рационального природопользования;
- основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий; строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них;
- основные понятия и принципы концепции устойчивого развития;
- основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды;
- принципы зеленой химии;

Уметь:

- применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем;

Владеть:

- понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.

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	48,15
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов		43,8	32,85
Вид итогового контроля:	Зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (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. Общие вопросы экологии.	14		4		4				6
1.1	Понятие об экосистемах.	7		2		2				3
1.2	Биогеохимические циклы	7		2		2				3
2.	Раздел 2. Строение и состав геосфер Земли. Основные физико-химические процессы, протекающие в геосферах	21		6		6				9
2.1	Атмосфера Земли.	7		2		2				3
2.2	Гидросфера Земли	7		2		2				3
2.3	Литосфера Земли.	7		2		2				3
3.	Раздел 3. Химические производства - наиболее опасные для окружающей среды.	14		4		4				6
3.1	Химические производства и окружающая среда.	14		4		4				6
4.	Раздел 4. Принципы зеленой химии:	39		12		12				15
4.1	Утилизация отходов	13		4		4				5
4.2	Планирование химического производства	13		4		4				5

4.3	Аналитические методики химических производств.	13		4		4				5
5.	Раздел 5. Перспективы дальнейшего развития и совершенствования химических технологий, обеспечивающие устойчивое развитие мировой цивилизации.	20		6		6				8
5.1.	Развитие химических технологий	20		6		6				8
	ИТОГО	208		32		32				44
	Экзамен	-								
	ИТОГО	208								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Мировое сообщество признает скорейшее решение проблем охраны окружающей среды в качестве главных приоритетов в дальнейшем развитии. Глобальные изменения идеологии проектирования и конкретной реализации химических производств становятся первостепенными задачами химической промышленности.

Раздел 1. Общие вопросы экологии.

Биоэкология. Понятие об экосистемах. Устойчивость экосистем Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость. Основные сведения о планете Земля. Основные понятия экологии. Законы и принципы экологии. Потоки энергии и вещества в экосистемах. Основные биогеохимические циклы (круговороты веществ). Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

Раздел 2. Строение и состав геосфер Земли. Основные физико-химические процессы, протекающие в геосферах

2.1 Атмосфера Земли. Строение атмосферы, роль фотохимических реакций в формировании состава атмосферы. Парниковый эффект. Парниковые газы в атмосфере. Климатические последствия антропогенной деятельности. Распределение концентрации озона в атмосфере. Озоновый слой. Природный цикл озона. Современное состояние озонового слоя. Последствия разрушения озонового слоя Земли для человека и биосферы в целом. Стратосферный озон и тропосферный озон: сходство и различия. Международное сотрудничество в области ограничения производства и использования озоноразрушающих веществ. Монреальский протокол. Кислотные дожди и процессы окисления примесей в тропосфере. Фотохимический смог.

2.2 Гидросфера Земли. Виды вод на Земле. Пресные воды. Гидрологический цикл. Глобальные экологические проблемы гидросферы. Главные катионы и анионы природных вод. Кислотно-основное равновесие в природных водах. Щелочность природных вод. Основные причины, этапы и последствия закисления природных водоемов. Окислительно-восстановительные процессы в природных водоемах. Стратификация природных водоемов. Процессы эвтрофикации водоемов. Причины и последствия.

2.3 Литосфера Земли.

Земная кора. Почва. Строение почвенного слоя. Состав почв. Органические вещества в почве. Роль живых организмов в формировании почвенного слоя. Тяжелые металлы в почве. Деградация почв. Водная и ветровая эрозия почв.

Раздел 3. Химические производства - наиболее опасные для окружающей среды.

Пути воздействия химических производств на окружающую среду. Принципиальные схемы действующих химических производств: наличие замкнутых циклов,

- нефтехимическое производства
- , коксохимическое и нефтехимическое производства
- производство неорганических веществ (кислот, минеральных удобрений)
- целлюлозно-бумажная промышленность
- анилиноокрасочная промышленность
- производство полимерных веществ и материалов

Раздел 4. Принципы зеленой химии:

1. Следует предотвращать выброс загрязнений, чем утилизировать отходы.
2. Химические производства должны основываться на атомно-экономных схемах.

3. Следует планировать химическое производство так, чтобы реагенты и конечные продукты были малотоксичны для человека и природы.
4. Среди целевых химических веществ следует выбирать такие, которые наряду с требуемыми свойствами, обладают низкой токсичностью.
5. Следует избегать или минимизировать использование в синтезе вспомогательных веществ (например, растворителей).
6. При планировании химического производства следует минимизировать затраты энергии и стремиться к их проведению при температуре окружающей среды и нормальном давлении.
7. Следует использовать возобновляемое сырье там, где это технически и экономически обосновано.
8. Необходимо сокращать число стадий процесса и добиваться максимального выхода продукта.
9. Предпочтительнее использовать каталитические процессы, чем реакции, требующие стехиометрического количества всех реагентов.
10. Для проведения химических процессов следует использовать биodeградируемые реагенты.
11. Аналитические методики химических производств следует развивать так, чтобы в режиме реального времени обеспечивать мониторинг продуктов реакции.
12. При разработке химических процессов следует максимально упрощать процедуры синтеза и выделения, стремясь свести к минимуму возможные аварии, взрывы или выбросы вредных веществ.

Раздел 5. Перспективы дальнейшего развития и совершенствования химических технологий, обеспечивающие устойчивое развитие мировой цивилизации.

Понятие об устойчивом развитии. История становления понятия. Вклад отечественных ученых. Цели устойчивого развития ООН. Международное сотрудничество в области устойчивого развития. Промышленная экология и зеленая химия как инструмент обеспечения устойчивого развития. Ранжирование химических технологий с точки зрения их влияния на окружающую среду. Экологическая этика

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	- основные законы общей экологии;	+					
2	- закономерности строения и функционировании биосферы; современные экологические проблемы;		+				
3	- основы рационального природопользования;						
4	- основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий; строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них;			+	+	+	
5	- основные понятия и принципы концепции устойчивого развития;			+	+	+	
6	- основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды;				+	+	
7	- принципы зеленой химии;				+	+	
	Уметь:						
8	- применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;	+	+	+	+	+	
9	- использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем;				+	+	
	Владеть:						
10	- понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	+	+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>							
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК					
11	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности	УК-8.1. Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики.				+	+
12	безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды,	УК-8.2. Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к	+	+	+		

		сфере своей профессиональной деятельности.					
13	обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.3. Умеет обеспечивать безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты.				+	+
14		УК-8.4. Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте применительно к сфере своей профессиональной деятельности.				+	+
15		УК-8.5. Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.				+	
16	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+	+

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	Биоэкология. Понятие об экосистемах. Устойчивость экосистем	2
2	2	Атмосфера Земли. Строение атмосферы, роль фотохимических реакций в формировании состава атмосферы	2
3	2	Гидросфера Земли Виды вод на Земле	2
4	2	Стратификация природных водоемов	2
5	2	Литосфера Земли	2
6	3	Экологические проблемы нефтехимического производства	2
7	3	Экологические проблемы коксохимического производства	2
8	3	Экологические проблемы производства неорганических веществ	2
9	3	Экологические проблемы анилиноокрасочной промышленности	2
10	3	Экологические проблемы - производства полимерных веществ и материалов	2
11	4	Принципы зеленой химии	2
12	4	Пути воздействия химических производств на окружающую среду	2
13	5	Замкнутые циклы в промышленности	2
14	5	Перспективы зеленой энергетики	2
15	5	Экологические проблемы использования тяжелых металлов	2
16	5	Перспективы развития зеленой химии	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;
- 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 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 90 баллов) и написания реферата (максимальная оценка 10 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Биозкология. Понятие об экосистемах. Устойчивость экосистем.
2. Строение и состав геосфер Земли.
3. Атмосфера Земли. Строение атмосферы, роль фотохимических реакций в формировании состава атмосферы.
4. Гидросфера Земли Виды вод на Земле
5. Окислительно-восстановительные процессы в природных водоемах.
6. Стратификация природных водоемов
7. Литосфера Земли
8. Опасность нефтехимических производств для окружающей среды
9. Опасность производств анилинокрасочной промышленности
10. Опасность полимерных веществ и материалов для окружающей среды

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1,2 и 3 (6 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

Цикличность процессов в биосфере и устойчивость

Вопрос 1.2.

Глобальные экологические проблемы гидросферы.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

Экологические проблемы производства полимеров

Вопрос 2.2.

Перспективы зеленой энергетики

Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

Преимущества использования возобновляемого сырья

Вопрос 3.2.

Сокращение числа стадий производственных процессов

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

- 1.Белопухов, С.Л. Химия окружающей среды [Текст] : учебное пособие / С.Л. Белопухов, Н.К. Слюняев, М.В. Тютюнькова; под общ. ред. проф. С.Л. Белопухова. - М.: Изд-во "Проспект", 2016. - 240 с.
- 2.Топалова, О.В. Химия окружающей среды [Текст] : учебное пособие / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. – СПб: Изд-во "Лань", 2013. – 160 с.

Б. Дополнительная литература

- 1.Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды [Текст] : учебник / Л.Ф. Голдовская. - 3-е изд. - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 295 с.
2. Трифонов, К.И. Физико-химические процессы в техносфере [Текст]: учебник / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2015. - 256 с.
3. Улахович, Н.А. Экоотоксиканты [Текст] : учебно-методическое пособие для лекционного курса "Химия в экологии" / Н.А. Улахович, М.П. Кутырева, Э.П. Медянцева, С.С. Бабкина. - Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2010. – 56 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- ACS Nano. ISSN: 1936-0851, 1936-086X
- Computational Materials Science. ISSN: 0927-0256
- Advanced Composite Materials. ISSN: 1568-5519
- Advanced Materials. ISSN: 1521-4095
- Chemistry of Materials. ISSN: 1520-5002
- Crystal Growth & Design. ISSN: 1528-7505
- Journal of Applied Crystallography. ISSN: 1600-5767
- Nature Materials. ISSN: 1476-4660
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- European Journal of Glass Science and Technology. Part A. ISSN: 1753-3546

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 200);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 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 *«Химические проблемы окружающей среды»* 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие вопросы экологии.	<i>Знает:</i> – основные законы общей экологии; <i>Умеет:</i> – применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; <i>Владеет:</i> – понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)
Раздел 2. Строение и состав геосфер Земли. Основные физико-химические процессы, протекающие в геосферах	<i>Знает:</i> – закономерности строения и функционирования биосферы; современные экологические проблемы; <i>Умеет:</i> – применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; <i>Владеет:</i> – понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)
Раздел 3. Химические производства - наиболее опасные для окружающей среды.	<i>Знает:</i> – основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий; строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них; – основные понятия и принципы концепции устойчивого развития; <i>Умеет:</i> – применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; <i>Владеет:</i> – понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)

Раздел 4. Принципы зеленой химии:	<i>Знает:</i> – основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий; строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них; – основные понятия и принципы концепции устойчивого развития; – основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды; – принципы зеленой химии; <i>Умеет:</i> – применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; – использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем; <i>Владеет:</i> – понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр)
Раздел 5. Перспективы дальнейшего развития и совершенствования химических технологий, обеспечивающие устойчивое развитие мировой цивилизации.	<i>Знает:</i> – основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий; строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них; – основные понятия и принципы концепции устойчивого развития; – основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды; – принципы зеленой химии; <i>Умеет:</i> – применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; – использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем;	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр)

	<i>Владеет:</i> – понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	

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 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
«Химические проблемы окружающей среды»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия гетероциклических соединений»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена зав.кафедрой Сколтеха д.х.н. Травнем В.Ф.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Химия гетероциклических соединений»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии.

Цель дисциплины – создание основы для понимания строения и превращений химии гетероциклических соединений с учетом того, что типы реакций и факторы, влияющие на их протекание, вытекают из самой органической химии, и поэтому едины для органической химии и химии гетероциклических соединений.

Задачи дисциплины – обучающийся должен получить современные представления

- о типах гетероатомов и гетероароматических структур,
- о химических свойствах и методах получения различных типов гетероциклических систем,
- об электронном и пространственном строении гетероциклических соединений.

Дисциплина **«Химия гетероциклических соединений»** 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:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;
Разработка и реализация проектов	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. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования

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: научно-исследовательский				
1. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов 2. Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах	Материаловедение и технология новых материалов	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	<i>Профессиональный стандарт Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 604н) (уровень квалификации – 6) Корректировка и разработка методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов</i>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- типы реакционной способности гетероцикла исходя из его структурной формулы;
- основные термины и понятия химии гетероциклических соединений; современные тенденции химии гетероциклов, их применение;
- номенклатуру химии гетероциклических соединений.

Уметь:

- планировать синтез целевой структуры путем введения и модификации функций в различные положения гетероцикла (на основе изученных паттернов реакционной способности);
- планировать синтез целевой структуры на основе базовых принципов создания гетероциклического ядра путем циклизаций или рециклизаций;

Владеть:

- современными синтетическими методами применительно к химии гетероциклических соединений;

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Общие представления	10	4	-	6
1.1	Общие представления о структуре, физико-химических свойствах и устойчивости гетероциклических соединений. Биологически значимые гетероциклы.	5	2	-	3
1.2	Взаимопревращения, специфика химических свойств, базовые подходы и методы синтеза насыщенных, частично и полностью сопряжённых гетероциклов. Раскрытие и замыкание циклов, реакции рециклизации (ANRORC)	5	2	-	3
2.	Раздел 2. Макроциклы.	74	24	20	30
2.1	Пятичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома	9	4	2	3
2.2	Пятичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов	7	2	2	3
2.3	Бензоаннелированные пятичленные гетероциклы	7	2	2	3
2.4	Шестичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома	9	4	2	3
2.5	Шестичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов	7	2	2	3
2.6	Бензоаннелированные шестичленные гетероциклы	7	2	2	3
2.7	Четырёх- и трёхчленные гетероциклы	7	2	2	3
2.8	Семичленные гетероциклы и циклы большего размера	7	2	2	3
2.9	Элементоорганические, металациклы и трёхмерные системы	7	2	2	3
2.10	Полигетероциклы	7	2	2	3
3.	Раздел 3. Ретросинтетический анализ	24	4	12	8
3.1	Ретросинтетический анализ линейно связанных гетероциклов	12	2	6	4
3.2	Ретросинтетический анализ полигетероциклов и гибридных систем	12	2	6	4
	ИТОГО	108	32	32	44
	Экзамен	-			
	ИТОГО	108			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие представления

1.1 Общие представления о структуре, физико-химических свойствах и устойчивости гетероциклических соединений. Биологически значимые гетероциклы.

Основные структурные типы. Полностью насыщенные гетероциклы. Азотсодержащие органические соединения природного происхождения (алкалоиды, пенициллины). Шестичленные и пятичленные ароматические гетероциклы. Порфирины, фталоцианины. Пурины, нуклеотиды и нуклеозиды. Систематическая и тривиальная номенклатура простейших гетероциклов.

Базовое квантово-химическое описание гетероциклов. Сравнение расчётных молекулярных орбиталей, распределения электронной плотности, индексов Виберга (квантово-химических порядков связи), NICS (независимых химических сдвигов) и экспериментальных длин и углов связей в ряду бензол-нитробензол-пиридин-пиррол с другими гетероциклами. Термохимические оценки. Энергии ароматизации и резонансные энергии. Экспериментальные критерии ароматичности. ЯМР-спектры гетероциклов и диамагнитный кольцевой ток, экранирование и дезэкранирование. Плоские большие гетероаннулены, подчиняющиеся правилу Хюккеля, и неплоские системы.

1.2 Взаимопревращения, специфика химических свойств, базовые подходы и методы синтеза насыщенных, частично и полностью сопряжённых гетероциклов. Раскрытие и замыкание циклов, реакции рециклизации (ANRORC)

Несопряжённые гетероциклы: основные конформации, угловое и торсионное напряжения в шестичленных и пятичленных циклах. Малые и большие циклы. Инверсия азота. Основные факторы, влияющие на возможность замыкания и размыкания цикла. Окислительная ароматизация и реакции циклоприсоединения.

Полностью сопряжённые гетероциклы: асимметричность и отклонения от планарности. Таутомеры, различия в их ароматичности и энергиях связей: 2- и 4-пиридоны и гидроксипиридины, амино- и гидроксизамещённые пятичленные гетероциклы. Прототропная таутомерия: 3-гидроксипиридины, пиразолы, имидазолы и триазолы. Влияние характера среды (растворителя) на положение равновесия. Замыкания ароматических циклов на примерах реакций циклизаций по Паалю-Кнорру, Ганчу, Торпу, Фридлендеру, палладий-катализируемый вариант циклизации по Хеку, [3+2] присоединения (азидов и 1,3-диполей, с алкинами и нитрилами), внутри- и межмолекулярные циклизации солей диазония, аза-перегруппировки Коупа и электроциклические реакции. Представление о классификации вариантов циклизаций.

Тетраэдрический механизм реакций нуклеофильного замещения в гетероциклах. Нуклеофильное гетероароматическое замещение гидрид-иона (присоединение нуклеофила с ароматизацией). ANRORC-реакции рециклизации (присоединение нуклеофила, раскрытие и замыкание нового цикла). Раскрытие ароматических циклов на примерах гидролиза комплекса пиридин-триоксид серы и высших свободных азинов. Дегградация С-металлированных пятичленных гетероциклов, разложение пентазолов, реакции ретро-циклоприсоединения фуроксанов. Фотохимические реакции.

Раздел 2. Макроциклы.

2.1 Пятичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома

Природные источники простейших пятичленных гетероциклов. Сравнение устойчивости в ряду фуран-пиррол-тиофен, основные характеристики, особенности стабильности и химических свойств. Подходы к получению фуранов. Синтез 1,4-

дикетонов и 1,4-диальдегидов и их дегидратация. Трансформация фуранов в пирролы и тиофены. Реакции альфа-галогенкарбонильных соединений с 1,3-дикетонами в присутствии и в отсутствие аминов (реакции Фейста-Бенари, Ганча).

Реакционная способность пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, протонирование, нитрование. Циклоприсоединение гетероциклов в качестве диеновой компоненты. S-Окисление тиофена пероксидами.

Пиразолы и имидазолы: основные характеристики, особенности стабильности и химических свойств в сравнении с пирролом. Менее устойчивые оксазолы и тиазолы. Синтез пиразолов из гидразинов и 1,3-бифункциональных реагентов (ацетилацетона, ацетоуксусного эфира, малононитрила и ортомуравьиного эфира). Синтез имидазолов. Реакции [3+2] циклоприсоединения в синтезе пятичленных гетероциклов. Химические свойства. Ацилирование. Депротонирование. «Танец» (миграция) галогенов. N-гетероциклические карбены. Моно- и полиалкилирование пиррола, пиразола и имидазола.

2.2 Пятичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов

Стабильность и свойства 1,2,4- и 1,2,3-триазолов. Синтез 1,2,4-триазолов в сравнении с синтезом простейших азолов. Получение 1,2,3-триазолов по реакциям циклоприсоединения (жёсткий термический и мягкий каталитический варианты). Менее стабильные оксадиазолы: синтез дегидратацией диацилгидразидов. Лёгкость раскрытия цикла окса- и тиадиазолов. Синтез тетразолов и пентазолов из азид-аниона и нитрилов либо солей диазония. Некоторые синтетические применения триазолов и тетразолов, термические, фотохимические и катализируемые реакции разложения, тетразолы как защитные группы.

2.3 Бензоаннелированные пятичленные гетероциклы

Сравнение свойств и методов синтеза бензо[*b*]фурана, бензо[*b*]пиррола (индола) и бензо[*b*]тиофена со свойствами и методами синтеза моноциклических гетероциклов. Циклизация арилгидразинов с карбонильными соединениями (Фишера), циклизация альфа-(ариламино)кетонов (Бишлера), реакция оксалатов с *орто*-нитротолуолами (Рейссерта), циклизация *N*-ацил-*орто*-толуидина под действием оснований (Маделунга). Реакции индолов и их аналогов с электрофилами. Галогенирование, нитрование, окисление. Циклизации функционализированных индолов, современное состояние исследований.

Особенности подходов к малоустойчивым бензо[*c*]пирролу (изоиндолу) и его аналогам. Реакции циклоприсоединения бензо[*c*]-аннелированных гетероциклов в качестве диеновой компоненты. Индолизин. Бензимидазол, индазол (бензопиразол) и бензотриазол: методы получения и синтетическое применение.

2.4 Шестичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома

Пиридин: сравнение с бензолом и пирролом, важнейшие особенности. Синтез пиридинов конденсацией 1,3-дикарбонильных соединений с альдегидами или кетонами и аминами (Ганча), с альфа-цианоацетамидом (Гуареши). Пираны и пираноны. Синтез пиридинов из солей пирилия и аминов (пиридиний-пирилиевый метод Катрицкого), конденсацией алкенилкетонов и альфа-галогенкетонов (Крёнке). Синтез пиридинов и пиридазинов циклоприсоединением диенофилов с высшими азинами (1,2,4-триазидами и 1,2,4,5-тетразидами). Синтез пиримидинов из мочевины и ацетилацетона и его аналогов, по реакции тримеризации ацетонитрилов в присутствии основания, пиразинов из 1,2-дикарбонильных соединений и 1,2-диаминов, синтез пиридазинов циклоприсоединением азодикарбоксилатов.

Электрофильная атака пиридинов: N-протонирование, алкилирование, ацилирование, галогенирование, окисление, аминирование пиридинов и диазинов. Синтетическое применение продуктов реакций: циклоприсоединение илидов пиридиния, практическое использование N-галоген- и N-ацилпиридинов. Электрофильное замещение при атоме углерода в активированных пиридинах и пиримидинах. Присоединение нуклеофилов к пиридину и его N-оксидам: нуклеофильное замещение галогена, трансформации пиридонов в галогенпиридины под действием галогенидов фосфора, C-аминирование незамещённого пиридина (реакция Чичибабина), атака алкиллитиевых реагентов. Сравнение реакционной способности 2,4- и 3-галогензамещённых пиридинов с галогенированными бензолами и нитробензолами. Восстановление цикла пиридина натрийборгидридом, щелочными металлами (по Бёрчу). Sp^3 -депротонирование алкильных групп 2,4-метилпиридинов. Различия в реакциях диазотирования 2,4- и 3-аминопиридинов. Генерирование дегидропиридинов, сравнение с бензинами. Базовые представления о реакционной способности пиримидинов, пиазинов и пиридазинов (галогенирование, нуклеофильное замещение и присоединение).

2.5 Шестичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов

Сравнение свойств 1,2,3-, 1,2,4- и 1,3,5-триазинов с пиридином и между собой. Синтез 1,2,4-триазинов из 1,2-дикарбонильных соединений и семикарбазидов или их аналогов. Синтез 1,3,5-триазинов кислотно-катализируемой тримеризацией нитрилов. Синтез 1,2,4,5-тетразинов димеризацией гидразидов кислот, исходя из нитрилов и гидразина. Малоизученные моноциклические 1,2,3-триазины: внутримолекулярные циклизации азидов с нуклеофилами, триазены как аналоги 1,2,3-триазинов с открытой цепью. 1,2,3,4-Тетразины и их оксиды.

Присоединение нуклеофилов, восстановление, процессы циклоприсоединения 1,2,4-триазинов и 1,2,4,5-тетразинов в качестве диеновой компоненты. Реакции восстановительного сужения цикла. Мало изученное взаимодействие высших азинов с электрофилами.

2.6 Бензоаннелированные шестичленные гетероциклы

Сравнение хинолина и пиридина. Осмоление хинолина на свету. Сравнение изохинолина и хинолина. Синтез хинолинов из анилина и алкенилкетонсв (по Скраупу и Дёбнеру-Миллеру), *орто*-аминобензальдегидов или нитрилов и метиленактивньх карбонильньх соединений (по Фридлиндеру). Синтез изохинолинов циклизацией бета-(фенил)этиламинов с производньми кислот (по Бишлеру-Напиральскому), альдегидами (по Пикте-Шпенглеру). Современнье подходы. Акридины. Хинолизины. Методы синтеза кумаринов и хромонов из монозамещённых или *орто*-дизамещённых производньх бензола. Циклизация производньх салицилового альдегида или *орто*-гидрокси ацетофенонов и малоновой кислоты, реакции резорцинов с ацетоуксусньм эфиром, метилиденмалононитрилами или их аналогами. Синтез бензопиразинов из *орто*-фенилендиамина и 1,2-дикетонсв, из *орто*-диацетилбензолсв и гидразина. Синтез бензо-1,2,3-триазинов внутримолекулярньм диазотированием *орто*-аминобензамидсв и гидразидсв. Синтез бензопиримидинов конденсацией *орто*-аминобензонитрилов с производньми карбоновьх кислот. Особенности синтетических подходов к получению бензо[1,2,4]триазинов.

Параллели между реакционной способностью хинолина и нафталина. Галогенирование, механизм реакции. Кинетически- (5,8-замещение) и термодинамически- (6-замещение) контролируемое сульфирование. Присоединение нуклеофилов, соединения Рейссерта. Действие нуклеофилов на кумарин, взаимодействие хромона с гидразином. Окислительное расщепление хинолинов.

2.7 Четырёх- и трёхчленные гетероциклы

Несопряжённые четырёх- и трёхчленные гетероциклы: основные конформации, угловое и торсионное напряжения. Методы синтеза: внутримолекулярное замыкание цикла, реакции термического и фотохимического [2+1], [2+2]-циклоприсоединения кетонов и алкенов (Патерно-Бюхи), сульфенов и алкенов, эпоксидирование, аминирование алкенов, кетонов и иминов. Синтез эписульфидов из эпоксидов и тиоцианат-аниона. Раскрытие цикла действием нуклеофилов. Реакции экструзии - диоксида серы из тиран-1,1-диоксидов, синтез алкенов и ацетиленов по реакции Рамберга-Бэкклунда (обработка альфа-галоген и альфа,альфа-дигалогенсульфонов основаниями), закиси азота или гидразина из N-нитрозо или N-аминоазиридинов. Равновесия между 1,3-диполями и трёхчленными гетероциклами, применение в синтезе. Базовые сведения о малоустойчивых ненасыщенных малых гетероциклах.

2.8 Семичленные гетероциклы и циклы большего размера

Основные представления о циклах большого размера. Устойчивость, склонность к сужению цикла, параллели с карбоциклами. Методы синтеза азепинов: из *орто*-аминоацетофенонов и производных глицина, разложением азидобензола, облучением илидов N-аминопиридиния. Перегруппировка оксепинов в фенолы в присутствии кислоты (НИН-сдвиг). Полиеновый характер системы: реакции циклоприсоединения с азодикарбоновым эфиром, фотохимическое внутримолекулярное [2+2] циклоприсоединение.

2.9 Элементоорганические, металациклы и трёхмерные системы

Современные синтетические и структурные представления о наиболее изученных элементоорганических производных бензола, циклопентадиена и циклопропена. Фосфолы, боролы, силолы. Реакции раскрытия и расширения цикла. Трёхмерные гетерофуллерены, карбораны, кластерные соединения кремния и фосфора: базовые методы синтеза и химические свойства.

2.10 Полигетероциклы.

Систематическая номенклатура полициклических гетероциклов. Основные факторы, влияющие на химические свойства. Принципы анализа реакционной способности: гетеробиициклы с атомом и без атома азота в месте сочленения двух циклов, системы 5-5, 5-6 и 6-6. Примеры реакций и методов синтеза. Гетероаннелированные стероиды, трёхмерные фуллерены и карбораны: методы синтеза и некоторые свойства.

Раздел 3 Ретросинтетический анализ

3.1 Ретросинтетический анализ линейно связанных гетероциклов

Рассмотрение современного состояния химии линейно связанных гетероциклов. Примеры реакций и избранных синтетических подходов. Синтез гетероциклических конъюгатов, олигомеров, супрамолекулярных ансамблей с использованием реакций сочетания и димеризации при катализе палладием по Стилле (оловоорганические соединения), Сузуки (борорганические соединения), Хеку (присоединение алкенов) и др., линейный синтез и замыкание макроциклических краун, тиа- и аза-краун-эфиров, содержащих гетероциклические фрагменты, метатезис гетероциклов с раскрытием цикла и полимеризацией (ROMP).

3.2 Ретросинтетический анализ полигетероциклов и гибридных систем

Рассмотрение современного состояния проблем полигетероциклов и гибридных систем. Примеры реакций и рассмотрение избранных методов синтеза. Синтез исходя из

ациклических предшественников (из одного либо нескольких линейных фрагментов), трансформациями гетероциклов с образованием новых циклов (трёх-, пяти-, шестичленных), аннелирование к другим циклам (производным бензола, пяти- и шестичленным гетероциклам, полиароматическим соединениям). Одновременное аннелирование с несколькими циклами. Мелем, мелон и графитоподобный нитрид углерода. Аза-, бора-, тиа-, окса-полиароматические соединения (хризены, перопирены и др.) и их анионы: синтез, некоторые особенности строения и химические свойства.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– типы реакционной способности гетероцикла исходя из его структурной формулы	+		
2	– основные термины и понятия химии гетероциклических соединений	+		
	– современные тенденции химии гетероциклов, их применение		+	+
	– номенклатуру химии гетероциклических соединений	+	+	+
	Уметь:			
3	– планировать синтез целевой структуры путем введения и модификации функций в различные положения гетероцикла (на основе изученных паттернов реакционной способности)		+	
4	– планировать синтез целевой структуры на основе базовых принципов создания гетероциклического ядра путем циклизаций или рециклизаций.			+
	Владеть:			
5	– современными синтетическими методами применительно к химии гетероциклических соединений	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие Универсальные и Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
6	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;		
7	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. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования		
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		

8	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов ПК-6.3. Владеет типовыми экспериментальными методами для синтеза органических и гибридных соединений с полезными свойствами	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2	Пятичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома	2
2	2	Пятичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов	2
3	2	Бензоаннелированные пятичленные гетероциклы	2
4	2	Шестичленные гетеромоноциклы: один или два гетероатома	2
5	2	Шестичленные гетеромоноциклы: три и более гетероатомов	2
6	2	Бензоаннелированные шестичленные гетероциклы	2
7	2	Четырёх- и трёхчленные гетероциклы	2
8	2	Семичленные гетероциклы и циклы большего размера (макроциклы)	2
9	2	Элементоорганические и металлациклы, трёхмерные системы	2
10	2	Полигетероциклы	2
11	3	Ретросинтетический анализ линейно связанных гетероциклов	6
12	3	Ретросинтетический анализ полигетероциклов и гибридных систем	6

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- 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 контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (5 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопроса, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

Сравните реакционную способность в реакциях Дильса-Альдера пиррола, пиразола, 1,2,4-триазола, пиридина, пиридазина, 1,2,4-триазина. В качестве какой компоненты (диен или диенофил) могут выступать перечисленные гетероциклы?

Вопрос 1.2.

Напишите механизм и продукт реакции пиррола с хлороформом в щелочной среде (первая стадия реакции - [1+2] циклоприсоединение карбена).

Вопрос 1.3.

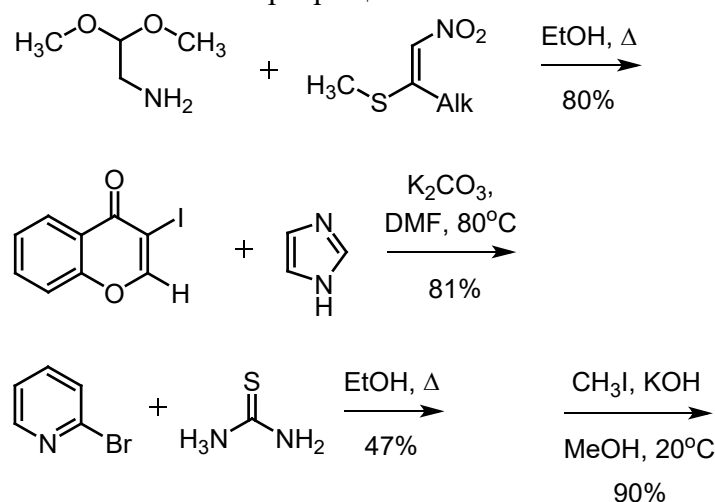
Синтезируйте несколько производных 1,2,4-триазола из цианамиды ($\text{NH}_2\text{-CN}$).

Вопрос 1.4.

Бензо[1,2,4]триазин был впервые получен из *орто*-нитроанилина. Предложите последовательность стадий синтеза.

Вопрос 1.5.

Закончите схемы превращений:



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

Вопрос 2.1.

Синтезируйте несколько производных дитиена из сероуглерода и моно-альфа-замещенных производных уксусной кислоты.

Вопрос 2.2.

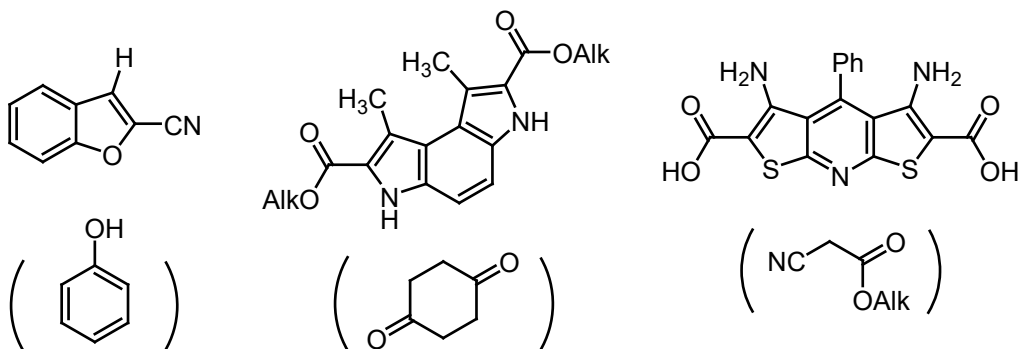
Получите тертиофен (4 линейно связанных цикла) из тиофена с использованием палладий-катализируемых реакций сочетания.

Вопрос 2.3.

Синтезируйте хиназолин (бензопиримидин) из антралиновой кислоты. Учтите, что аминогруппа более сильный нуклеофил, чем карбоксильная. Модифицируйте предложенный метод так, чтобы вводить произвольные алкильные, арильные и гетарильные заместители в положение 2 и гетероатомные-замещённые (OR, NR₂, SR, R = алкил, арил или гетарил) в положение 4 цикла.

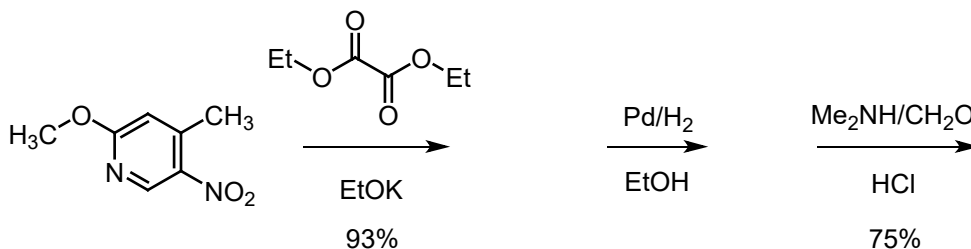
Вопрос 2.4.

Предложите методы синтеза следующих гетероциклов из доступных исходных соединений (даны в скобках).



Вопрос 2.5.

Закончите схемы превращений:



8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт с оценкой).

Билет для зачёта с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса, по 20 баллов за вопрос.

1. Строение гетероциклических соединений. Основные конформации насыщенных и полностью сопряжённых пяти- и шестичленных гетероциклов. Основность и кислотность пиррола, пиридина, пиразола, имидазола, высших азинов. Таутомерия, сравнение равновесий 2-,3- и 4-гидроксипиридинов в растворах.
2. Базовые пятичленные гетероциклы. Механизм и условия реакции Пааля-Кнорра синтеза пирролов и фуранов из ациклических предшественников, синтеза тиюфенов и пирролов из фуранов. Сравнение устойчивости пятичленных гетероциклов в кислой и основной средах в ряду пиррол-фуран-тиофен-пиразол-имидазол-оксазолы.
3. Направление электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах с одним гетероатомом, условия и используемые реагенты реакций нитрования, сульфирования, ацилирования, галогенирования. N- и C-направления алкилирования в пирролах. Депротонирование и металлизирование, цикловерсия (раскрытие цикла).
4. Базовые шестичленные гетероциклы. Механизм синтеза пиридинов по Ганчу и из солей пирилия. Реагенты окисления и восстановления шестичленных гетероциклических соединений.
5. Методы синтеза пиримидинов, пиразинов, пиридазинов, 1,2,3-, 1,2,4-, 1,3,5-триазинов. Нуклеофильное замещение, [3+2] диполярное циклоприсоединение и реакции Дильса-Альдера в ряду шестичленных гетероциклов как методы синтеза соединений других классов.
6. Методы синтеза бензаннелированных пяти- и шестичленных гетероциклов. Бензимидазол, индазол, бензотриазол. Хинолин и изохинолин, хиназолин. Механизм реакции циклизации по Скраупу. Реакции с магнием- и литийорганическими реагентами. Соединения Рейссерта.
7. Малые и большие циклы: основные характеристики стабильности и направления реакционной способности. Угловое и торсионное напряжения, раскрытие и сужение циклов. Методы перехода от оксепинов к фенолам, от оксиранов к тиранам.
8. Элементоорганические циклы и трёхмерные кластерные соединения и системы. Реакционная способность карборанов и карборинов: алкилирование, циклоприсоединение и внедрение. Бора- и силациклопентадиены: методы синтеза и основные реакции. Азафуллерены.
9. Современные синтетические подходы в синтезе линейно связанных и полигетероциклических систем. Реакции Стилле, Хека, Сузуки в синтезе функциональных гетероциклов. Домино-реакции в синтезе полигетероциклов. Метатезис гетероциклов.
10. Аза-, бора-, тиа-, окса-полиароматические соединения (хризены, перопилены и др.) и их анионы: реакционная способность, методы синтеза. Химия мелема, мелона и методы получения графитоподобных нитридов углерода.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (5 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине **«Гетероциклические структуры в материаловедении»** проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачёта с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачёта с оценкой**:

«Утверждаю» Зав.кафедрой Сколтеха (Должность, наименование кафедры) _____/Травень В.Ф./ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха
	Код и наименование направления подготовки Химия 04.03.01
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Химия гетероциклических соединений Билет № 1 1. Малые и большие циклы: основные характеристики стабильности и направления реакционной способности. 2. Реакционная способность карборанов и карборинов: алкилирование, циклоприсоединение и внедрение. Бора- и силациклопентадиены: методы синтеза и основные реакции. Азафуллерены	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Миронович Л. М. Гетероциклические соединения с тремя и более гетероатомами. 2-е изд, стер. Москва, Издательство "Лань", 2022, 208 с.
2. Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. 2-е изд. Москва, Издательство "Лаборатория знаний", 2020, 211 с.
3. Титце Л., Браше Г., Герице К. Домино-реакции в органическом синтезе. 4-е изд. Москва, Издательство "Лаборатория знаний", 2021, 674 с.
4. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 1-4. 7-е, 8-е, 9-е и 10-е изд. Москва, Издательство "Лаборатория знаний", 2021, 570 с (Ч. 1), 626 с (Ч. 2), 547 с (Ч. 3), 729 с (Ч. 4).
5. Шабаров Ю. С. Органическая химия. Москва, Издательство "Лань", 2021, 848 с.

Б. Дополнительная литература

1. Берестовицкая В.М., Липина Э.С. Химия гетероциклических соединений: учебное пособие. 2-е изд., перераб. Москва, Издательство "Лань", 2019, 256 с.
2. Гаврилова Н. А. Химия гетероциклических соединений. Азотсодержащие гетероциклы: Учебное пособие. Красноярск, Издательство "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва", 2018, 96 с.
3. Суздаев К.Ф. Основы химии гетероциклических соединений: Учебное пособие. Ростов-на-Дону, Издательство "Южный федеральный университет", 2018, 103 с.
4. Галочкин А.И., Ананьина И.В. Органическая химия. Книга 4. Гетерофункциональные и гетероциклические соединения: учебное пособие. 2-е изд., испр. Москва, Издательство "Лань", 2019, 292 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям
- Журнал органической химии
- Известия Академии Наук, Серия Химическая (РАН)
- Химия Гетероциклических Соединений (Latvian Institute of organic synthesis)
- Organic Letters (ACS)
- Chemical Communications (RSC)
- RSC Advances (RSC)
- Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements
- Journal of Sulfur Chemistry
- Polycyclic Aromatic Compounds
- Journal of Heterocyclic Chemistry
- Journal of Organometallic Chemistry
- Organometallics (ACS)
- Journal of Organic Chemistry (ACS)
- Journal of the American Chemical Society (ACS)
- Angewandte Chemie International Edition (GDCh)
- Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie
- Zeitschrift für Naturforschung B

- Chemistry – A European Journal
- European Journal of Organic Chemistry
- Asian Journal of Organic Chemistry
- Nature Chemistry
- Chemical Reviews (ACS)
- Поисковая система органических соединений и реакций «Reaxys»
- Поисковая система органических соединений и реакций «Sci-Finder»

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 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 *«Химия гетероциклических соединений»* проводятся в форме лекционных и семинарских 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие представления	<i>Знает:</i> основные термины и понятия химии гетероциклических соединений; номенклатуру химии гетероциклических соединений; <i>Владеет:</i> современными синтетическими методами применительно к химии гетероциклических соединений	Оценка за контрольную работу №1 (5семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (5 семестр)
Раздел 2. Макроциклы	<i>Знает:</i> типы реакционной способности гетероцикла исходя из его структурной формулы ; современные тенденции химии гетероциклов, их применение; <i>Умеет:</i> планировать синтез целевой структуры на основе базовых принципов создания гетероциклического ядра путем циклизаций или рециклизаций; <i>Владеет:</i> современными синтетическими методами применительно к химии гетероциклических соединений	Оценка за контрольную работу №2 (5семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (5 семестр)
Раздел 3. Ретросинтетический анализ	<i>Знает:</i> современные тенденции химии гетероциклов, их применение; <i>Умеет:</i> планировать синтез целевой структуры путем введения и модификации функций в различные положения гетероцикла (на основе изученных паттернов реакционной способности) <i>Владеет:</i> современными синтетическими методами применительно к химии гетероциклических соединений	Оценка за <i>зачёт</i> (5 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 – 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
«Химия гетероциклических соединений»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия координационных соединений»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Сколтеха к.х.н. С. Д. Токаревым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направления подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Химия координационных соединений**» относится к формируемой участниками образовательных отношений части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической химии, имеют начальные знания по физике, органической и физической химии.

Цель дисциплины – создание основы для понимания химии координационных соединений при последующем изучении как базовых, так и специализированных дисциплин, в которых широко применяются координационные соединения.

Задачи дисциплины – обучающийся должен получить базовые знания

- об используемых в химии координационных соединений;
- о моделях описания химической связи, строения, реакционной способности, специфических свойств координационных соединений;
- о современных методах исследования и направлениях применения координационных соединений.

Дисциплина «**Химия координационных соединений**» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **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
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности; ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные термины и понятия химии координационных соединений; современные теории их описания;
- номенклатуру координационных соединений;
- основные направления, особенности и успехи применения координационных соединений

Уметь:

- планировать синтез простых координационных соединений
- предсказывать физико-химические свойства, строение и реакционную способность координационных соединений на основе их формул;

Владеть:

- приемами синтеза, основными методами исследования строения и свойств координационных соединений.

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:	1,8	64	48,6
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,3
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Сам. работа
	Раздел 1. Общие положения и строение КС	21	6	6	9
1.1	Общие положения	7	2	2	3
1.2	Ионно-ковалентные и электростатические модели связи	7	2	2	3
1.3	Квантово-механические модели связи и строения	7	2	2	3
	Раздел 2. Свойства КС	14	4	4	6
2.1	Геометрия и стереохимия КС	7	2	2	3
2.2	Устойчивость КС	7	2	2	3
	Раздел 3. Реакции КС и влияние среды	49	14	12	21
3.1	Реакционная способность КС	7	2	2	3
3.2	Реакции замещения лигандов и кислотно-основные превращения.	14	4	2	6
3.3	Механизмы окислительно-восстановительных реакций	7	2	2	3
3.4	Эффекты растворителя и механизмы гетерогенных реакций.	7	2	2	3
3.5	Стабилизация состояний окисления	7	2	2	3
3.6	Комплексы смешанной валентности	7	2	2	3
	Раздел 4. Разработка и изучение современных КС	24	8	10	8
4.1	Дизайн координационных соединений	6	2	2	2
4.2	Физико-химические методы исследования	6	2	2	2
4.3	Направления и особенности применения координационных соединений	12	4	6	4
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие положения и строение координационных соединений

1.1 Общие положения.

Место координационной химии в современной химии. Классификация координационных соединений Терминология химии координационных соединений (КС), номенклатура, Координационная теория Вернера. Классификация координационных соединений: по типу центрального атома, по заряду КС, по устойчивости, по характеру координируемых лигандов (ацидокомплексы, гидроксокомплексы, амины и аммиакаты, комплексы с биолигандами, сверхкомплексы), по типу комплексов (алкоголяты, бета-дикетонаты, хелаты, комплексонаты, комплексы с криптандами, краун-эфирами, изополи- и тереполисоединения), полиядерные комплексы, по характеру связывания (КС с радикальными лигандами, КС с сигма-связью, ферроцен, аллильные и ареновые

комплексы, ацетиленовые комплексы, порфириновые и фталоцианиновые КС – гемоглобин, хлорофилл).

1.2 Ионно-ковалентные и электростатические модели связи

Ионная связь, ковалентная связь, размер ионов, ионные и кристаллические радиусы, концепция эффективного атомного номера, энергии кристаллической решетки, теория отталкивания электронных пар валентной оболочки, алгоритм расчета по теории Гиллеспи, ограничения модели Гиллеспи, достоинства и недостатки электростатических теорий, классическая теория химического строения, постулаты классической теории, критерий существования молекулы, валентность.

1.3 Квантово-механические модели связи и строения.

Метод валентных схем (валентных связей), достоинства и недостатки МВС, теория кристаллического поля, предпосылки и основные положения ТКП. Слабое, сильное и промежуточное кристаллические поля, энергия стабилизации кристаллическим полем, теория поля лигандов, ковалентность центрального поля, нефелоксетический эффект, спектрохимический ряд лигандов, рамки применимости ТКП-ТПЛ, неэмпирические методы.

Раздел 2. Свойства координационных соединений.

2.1. Геометрия и стереохимия координационных соединений.

Изомерия КС: геометрическая, ионная, сольватная, координационная, координационная полимерия, структурная (солевая), изомерия координационного положения, конформационная, оптическая изомерия. Оптическая активность и хиральность. Геометрия КС и форма полиэдра. Факторы, влияющие на геометрию координационного полиэдра. Строение КС непереходных элементов. Координационные полиэдры, запрещенные по симметрии. Эффекты Яна-Теллера, геометрия координационных полиэдров и их форма, факторы, влияющие на их строение, стерические эффекты, природа центрального атома, природа лиганда, структура координационных соединений непереходных элементов, стереохимически нежесткие комплексы.

2.2 Устойчивость координационных соединений.

Комплексные соединения в растворах, константы устойчивости, прямая и обратная задачи теории химических равновесий в растворе, константы устойчивости: математическое моделирование, энтальпийный и энтропийный вклады в константу, закономерности в устойчивости координационных соединений, редкоземельные элементы, тетрад-эффект, комплексы d-переходных и непереходных металлов, внешнесферные катионы и устойчивость твердых комплексных соединений, модель «взаимного влияния», термическая устойчивость комплексных соединений

Раздел 3. Реакции координационных соединений и влияние среды

3.1 Реакционная способность КС

Описание реакционной способности. Общее теоретическое описание химического взаимодействия. Свойства потенциальных поверхностей. Симметрия и направление реакций.

3.2 Реакции замещения лигандов и кислотно-основные превращения.

Правило Пейроне-Иоргенсена. Определение и терминология, механизм взаимного влияния. Цис- и трансвлияние. Ряд трансвлияния. Комплексы платины (II). Кислотно-основные свойства комплексных соединений, теория Льюиса, теория жестких и мягких кислот и оснований, процессы замещения лигандов; лабильность и инертность комплексов, механизмы нуклеофильного замещения лигандов S_N1 и S_N2 , классификация комплексов по механизмам замещения; активационные параметры реакции; замещение в квадратных комплексах, замещение в октаэдрических комплексах, динамическое трансвлияние.

3.3 Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Классификация окислительно-восстановительных реакций, внешнесферный механизм, теория Маркуса-Хаша, перекрёстное соотношение Маркуса, внутрисферный механизм, скорость лимитируется образованием мостика, скорость лимитируется стадией переноса электрона в мостиковом интермедиате, перенос электрона к мостиковой связи, эффекты взаимного влияния, различение внутри- и внешнесферных механизмов, специальные окислительно-восстановительные реакции.

3.4 Эффекты растворителя и механизмы гетерогенных реакций.

Влияние среды на скорость химических реакций, классификация растворителей, координационные свойства растворителей, образование комплексов в растворе, ионизация и диссоциация сольватных комплексов, описание редокс реакций в растворителе, взаимодействие ионов с растворителем, перенос электрона, реакции перезарядки, реакции с изменением координационной сферы, о механизмах гетерогенных реакций, классификация гетерогенных химических реакций, специфика координационных соединений.

3.5 Стабилизация состояний окисления.

Стабилизация состояний окисления при координации, растворы: решение прямой задачи стабильности, твёрдое состояние: решение обратной задачи стабильности, специфика «окислительно-восстановительной устойчивости», классификация окислительных состояний, влияние природы центрального иона, влияние природы лигандов, соотношения свойств центрального атома и лигандов, стабилизация состояний окисления кристаллической решеткой;

3.6 Комплексы смешанной валентности.

Проблема смешанной валентности, классификация смешанновалентных систем, окраска и электронная спектроскопия смешанно-валентных соединений, классическое описание, модели «двух-четырёх состояний», о временах наблюдения и переноса электрона, смешанновалентные кристаллические соединения, волны зарядовой плотности, эффект диспропорционирования электронной плотности в растворах.

Раздел 4. Современные координационные соединения.

4.1 Дизайн координационных соединений

Типы химического дизайна, молекулярное моделирование, молекулярный дизайн координационных соединений с органическими лигандами, молекулярные «библиотеки», супрамолекулярные и координационные соединения, от молекулярного к кристаллохимическому дизайну, принципы самосборки и самоорганизации, дизайн высокотемпературных сверхпроводников, дизайн перовскитоподобных систем, дизайн других твёрдых соединений.

4.2 Физико-химические методы исследования

Теоретические проблемы, экспериментальные проблемы, проблемы идентификации и анализа, установление химической индивидуальности комплексов, методические особенности исследования растворных систем, методические особенности исследования твердых комплексов, методы определения состояний окисления центрального иона, химические методы, физические методы идентификации состояний окисления.

4.3 Направления и особенности применения координационных соединений

КС для фотоники, создания новых материалов, медицинских применений, катализа, бионеорганической химии, красители и пигменты, гидрометаллургия и другие технологические области. Подбор и модификация органических лигандов, макроциклы, рецепторы, порфирины, фталоцианины и т.д. Кислород-, азот-, фосфор- и серусодержащие лиганды. Близкие к применению координационные соединения с органическими лигандами. Комплексы рутения (II). Обзор избранных научных публикаций за последние 5 лет.

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 термины и понятия химии координационных соединений; современные теории их описания;	+	+	+	+	
2	– номенклатуру координационных соединений.	+				
3	– основные направления, особенности и успехи применения координационных соединений				+	
	Уметь:					
4	– планировать синтез простых координационных соединений			+	+	
5	– предсказывать физико-химические свойства, строение и реакционную способность координационных соединений на основе их формул;		+	+	+	
	Владеть:					
6	– приемами синтеза, основными методами исследования строения и свойств координационных соединений.	+	+	+	+	
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				
11	ПК-6. Способен проектировать и осуществлять направленный синтез органических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-6.1. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры органических соединений ПК-6.2. Способен изучать реакционную способность органических соединений с применением типовых экспериментальных и расчётных методов	+	+	+	+

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	Общие положения	2
2	1	Ионно-ковалентные и электростатические модели связи	2
3	1	Квантово-механические модели связи и строения	2
4	2	Геометрия и стереохимия КС	2
5	2	Устойчивость КС	2
6	3	Реакционная способность КС	2
7	3	Реакции замещения лигандов и кислотно-основные превращения.	2
8	3	Механизмы окислительно-восстановительных реакций	2
9	3	Эффекты растворителя и механизмы гетерогенных реакций.	2
10	3	Стабилизация состояний окисления	2
11	3	Комплексы смешанной валентности	2
12	4	Дизайн координационных соединений	2
13	4	Физико-химические методы исследования	2
14	4	Направления и особенности применения координационных соединений	6

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Химия координационных соединений» 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачёта* (3 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 *Зачёте с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

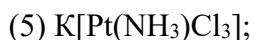
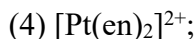
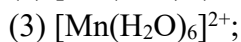
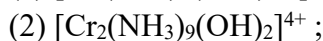
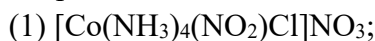
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено две контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 30 баллов за каждую.

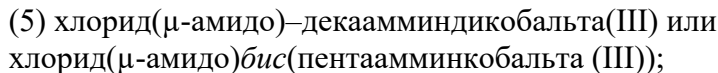
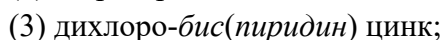
Примеры вопросов к контрольной работе № 1 Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

Назовите в соответствии с требованиями современной номенклатуры следующие координационные соединения:



Следующим комплексным соединениям припишите химическую формулу:



Вопрос 1.2.

Как известно, группа NO_2^- стремится вступить в «неионогенное сочетание» с кобальтом. Предположите состав продукта, если на $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{CO}_3]\text{X}$ подействовать раствором нитрита натрия в азотнокислом растворе (этот продукт сыграл важную роль в развитии химии комплексных соединений; получен С. М. Иоргенсеном в 1894 г.).

Вопрос 1.3.

Оцените по Гиллеспи строение следующих пар молекул: (а) CH_4 , NH_3 ; (б) SOF_4 , SOCl_4 ; (в) Cl_2O , H_2O . Определите, какой из углов $\text{L}-\text{Э}-\text{L}$ в каждой из пар больше.

Вопрос 1.4

Нарисуйте диаграммы, показывающие расщепление следующих орбитальных наборов в октаэдрическом кристаллическом поле: s , p , d и f . Что определяет вероятное расщепление набора g -орбиталей?

Вопрос 1.5.

Какие $d-d$ -переходы возможны в спектре поглощения комплексов CuL_6^{2+} , FeL_6^{2+} ?

Вопрос 1.6.

Нарисуйте строение возможных геометрических изомеров для комплекса состава $[\text{Pt}(\text{en})\text{NH}_3\text{NO}_2\text{Cl}_2]\text{X}$. Для комплекса $[\text{Co}(\text{en})_2(\text{C}_2\text{O}_4)]\text{X}$ определите возможность оптической изомерии и нарисуйте геометрическое строение соответствующих изомеров.

Вопрос 1.7.

В 1948 г. Ф.Басоло получил соединения Co(III) с азотсодержащим четырехдентатным лигандом *trien* $[\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2 \text{NH}(\text{CH}_2)_2 \text{NH}(\text{CH}_2)_2 \text{NH}_2]$ и двумя ацидоионами (Cl^- , NO_2^-)

общего состава $[\text{Co}(\text{trien})\text{X}_2]$. Нарисуйте строение всех возможных стереоизомерных форм.

Вопрос 1.8.

Как определяется термин «валентные атомные орбитали»?

Вопрос 1.9.

Логарифмы ступенчатых констант образования комплексных аммиаков никеля составляют: $\lg K_1 = 2,67$, $\lg K_2 = 2,12$, $\lg K_3 = 1,61$, $\lg K_4 = 1,07$, $\lg K_5 = 0,63$, $\lg K_6 = -0,09$. (а) Объясните причину систематического уменьшения значений $\lg K_n$. (б) Рассчитайте изменение стандартной свободной энергии для реакции образования гексааммиаката и полную константу устойчивости. (в) определите константы устойчивости системы $\text{Ni}-\text{NH}$ при условии, что в системе содержится двойной избыток молекул аммиака от стехиометрии. (г) Логарифмы ступенчатых констант устойчивости этилендиаминовых комплексов никеля (определены при 30°C) составляют: $\lg K_1 = 7,28$, $\lg K_2 = 6,09$, $\lg K_3 = 4,20$. Сравните устойчивость этих комплексов и аммиаков никеля. С чем связаны такие различия?

Вопрос 1.10.

Опишите проявления и природу эффекта влияния природы внешнесферных катионов на свойства катион-анионных комплексных соединений.

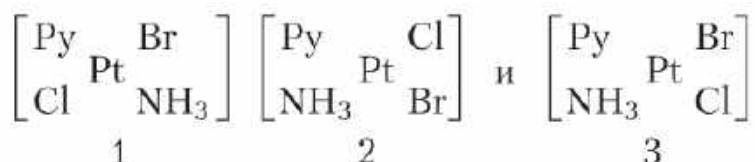
Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Вопрос 2.1.

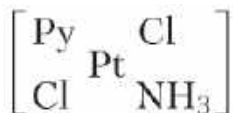
Проиллюстрируйте принцип наименьшего движения на примере диссоциации квадратного комплекса типа XY_4 . Какой еще тип процесса возможен для аналогичного по симметрии перехода при той же симметрии координаты реакции?

Вопрос 2.2.

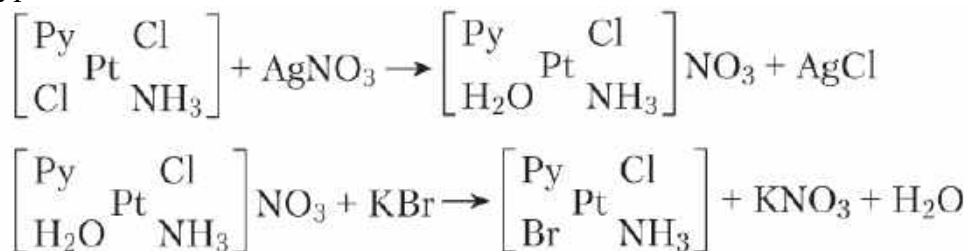
В работе А.Д. Гельман и соавторов (1949 г.) синтезированы три возможные изомеры комплекса $[\text{Pt}(\text{NH}_3(\text{py})\text{ClBr}]$. Их координационное строение отражают следующие формулы:



Изомер 1 получен из реагента:



Путем последовательного действия нитрата серебра и бромида калия согласно уравнениям:



Опишите возможные пути синтеза 2 и 3 изомеров.

Вопрос 2.3.

При осторожном действии щелочи на $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{X}]\text{X}_3$ образуются комплексы $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{NH}_2\text{X}]\text{X}_2$ ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$), которые содержат во внутренней сфере амидо-группу (амидо-реакция Л.А. Чугаева, 1915). (а) Напишите уравнение реакции. Как можно объяснить протекание такого процесса? (б) Что происходит при растворении в воде продуктов этой реакции, какова кислотность их раствора? (в) Возможна ли амидо-реакция для гексамина $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{X}_4$?

Вопрос 2.4.

Измерены скорости реакции щелочного гидролиза следующих комплексов Co(III) : $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ $k_2 = 8.5 \cdot 10^{-1}$ моль $^{-1}$ с $^{-1}$, *транс*- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ $k_2 = 1.8 \cdot 10^3$ моль $^{-1}$ с $^{-1}$. Процесс отвечает второму порядку. Как можно объяснить наблюдаемые различия в скоростях? Можно ли по этим данным делать вывод о механизме S_N2 ?

Вопрос 2.5.

Реакция перезарядки $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \leftrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + e^-$ протекает быстро. Какой механизм процесса здесь можно ожидать?

Вопрос 2.6.

Известна реакция окислительного присоединения реагенты $\text{X}-\text{Y}$ к комплексу $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ с образованием соединений Co(III) . Запишите вероятное уравнение реакции и предположите механизм процесса.

Вопрос 2.7.

Для перевода комплексных ионов $[\text{Pt}(\text{NO}_2)_4]^{2-}$ и $[\text{Pt}(\text{CN})_4]^{2-}$ в производные Pt(IV) требуются более жесткие условия, по сравнению с таковыми при окислении $[\text{PtCl}_4]^{2-}$. С чем это можно связать?

Вопрос 2.8.

Шпинели — соединения общего состава AM_2O_4 ($\text{A} = \text{Mg}^{\text{II}}, \text{Zn}^{\text{II}}$ и др.; $\text{M} = \text{Fe}^{\text{III}}, \text{V}^{\text{III}}, \text{Cr}^{\text{III}}, \text{Ti}^{\text{IV}}, \text{Al}^{\text{III}}, \text{Mn}^{\text{III}}$ и др.). Существуют нормальные (A^{II} располагается в тетраэдрическом, а M^{III} — в октаэдрическом окружении) и обращенные шпинели (A^{III} расположены в тетраэдрическом и октаэдрическом окружениях). Определите тип следующих шпинелей: MgFe_2O_4 , FeCr_2O_4 .

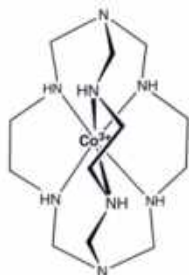
Вопрос 2.9.

Используя уравнение Маркуса-Хаша, определите константу скорости следующей реакции:

$[\text{Co}(\text{sep})]^{3+} + [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} = [\text{Co}(\text{sep})]^{2+} + [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (Sep - сепулькрат). По какому механизму протекает реакция? Напишите уравнения реакций самообмена.

$E_0 = -0.26$ В ($[\text{Co}(\text{sep})]^{3+/2+}$), -0.40 В ($[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+/2+}$)

$k_1 = 5.1 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ ($[\text{Co}(\text{sep})]^{3+/2+}$), $k_2 = 10^{-5} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ ($[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+/2+}$)



Вопрос 2.10.

Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием комплексов в водном растворе:

а) гексацианоферрат(II) калия + дихлор =

б) хлорид гексаамминкобальта(II) + пероксид водорода =

в) катион дихлоротетрааквахрома(III) + цинк + катион оксония =

г) гексагидроксохромат(III) калия + дибром =

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачёт с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Координационная теория Вернера. Ионно-ковалентные и электростатические модели связи. Концепция эффективного атомного номера. теория Гиллеспи, достоинства и недостатки
2. Метод валентных схем. Теория кристаллического поля. Теория поля лигандов. Особенности, эффекты, рамки применимости, достоинства и недостатки теорий.
3. Типы изомерии комплексных соединений с примерами. Эффекты Яна-Теллера. Формы полиэдров, влияние центрального атома и лигандов. Стереохимически нежесткие комплексные соединения.
4. Комплексные соединения в растворах, константы устойчивости, прямая и обратная задачи теории химических равновесий в растворе, энтальпийный и энтропийный вклады в константу, закономерности в устойчивости координационных соединений.
5. Механизм взаимного влияния. Ряд трансвлияния. Комплексы платины (II). Кислотно-основные свойства комплексных соединений, теории Льюиса и ЖМКО, механизмы нуклеофильного замещения лигандов; лабильность и инертность комплексов.
6. Классификация окислительно-восстановительных реакций, внешнесферный механизм, теория Маркуса-Хаша, перекрёстное соотношение Маркуса, внутрисферный механизм, различие внутри- и внешнесферных механизмов
7. Влияние среды на скорость химических реакций, координационные свойства растворителей, ионизация и диссоциация сольватных комплексов, описание редокс реакций в растворителе: перенос электрона, реакции перезарядки, реакции с изменением координационной сферы, классификация гетерогенных химических реакций.
8. Стабилизация состояний окисления при координации, растворы: решение прямой задачи стабильности, твёрдое состояние: решение обратной задачи стабильности, классификация смешанновалентных систем, окраска и электронная спектроскопия смешанно-валентных соединений, классическое описание, модели «двух-четырёх состояний»
9. Типы химического дизайна, молекулярное моделирование, молекулярный дизайн координационных соединений с органическими лигандами. Методы анализа, установления степени окисления центрального атома и лигандного состава координационных соединений

8.4. Структура и примеры билетов для Зачёта с оценкой (3 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «Химия координационных соединений» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для *Зачёта с оценкой* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

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
	Кафедры Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Химия координационных соединений	
Билет № 1	
1. Теория поля лигандов.	
2. Стабилизация состояний окисления при координации.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

- К. Эльшенбройх. Металлоорганическая химия. Москва, Издательство “Лаборатория знаний”, 2021.

Б. Дополнительная литература

- Н.А.Костромина, В.Н.Кумок, Н.А.Скорик. Химия координационных соединений, М.: Высшая школа, 1990, С.433
- Кукушкин Ю.А. Химия координационных соединений. – М.: Высшая школа, 1985.
- Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. – Л.: Химия, 1986.
- Коттон Ф. Основы неорганической химии / Ф.Коттон, Дж. Уилкинсон; пер. с англ. – М.: Мир, 1979.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и семинарам.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <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:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

- сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 «Химия *координационных соединений*» проводятся в форме аудиторных 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:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие положения и строение координационных соединений	<i>Знает:</i> основные термины и понятия химии координационных соединений; номенклатуру координационных соединений; <i>Владеет:</i> приемами синтеза, основными методами исследования строения и свойств координационных соединений.	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (3 семестр)
Раздел 2. Свойства координационных соединений.	<i>Знает:</i> – типы изомерии координационных соединений, виды координационных полиэдров, факторы, влияющие на их строение; – закономерности в устойчивости координационных соединений в растворе и твердом виде <i>Умеет:</i> - планировать синтез простых координационных соединений <i>Владеет:</i> – приемами синтеза, основными методами исследования строения и свойств координационных соединений.	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (3 семестр)
Раздел 3. Реакции координационных соединений и влияние среды	<i>Знает:</i> - основные направления, особенности и успехи применения координационных соединений <i>Умеет:</i> - планировать синтез простых координационных соединений - предсказывать физико-химические свойства, строение и реакционную способность координационных соединений на основе их формул; <i>Владеет:</i> – приемами синтеза, основными методами исследования строения и свойств координационных соединений.	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Оценка за <i>зачёт</i> (3 семестр)

Раздел 4. Разработка и изучение современных координационных соединений.	<i>Знает:</i> - основные термины и понятия химии координационных соединений; современные теории их описания; - номенклатуру координационных соединений; - основные направления, особенности и успехи применения координационных соединений <i>Умеет:</i> - планировать синтез простых координационных соединений - предсказывать физико-химические свойства, строение и реакционную способность координационных соединений на основе их формул; <i>Владеет:</i> –приемами синтеза, основными методами исследования строения и свойств координационных соединений.	Оценка за <i>зачёт</i> (3 семестр)

12. 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

**«Химия координационных соединений»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия**

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия элементов»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Сколтеха к.х.н. Рукк Н. С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Органические и гибридные материалы для преобразования и запасания энергии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра. Дисциплина «**Химия элементов**» относится к Обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области Теоретической неорганической химии.

Цель дисциплины – изучение электронного строения элементов Периодической системы химических элементов им. Д.И. Менделеева, их химических и физических свойств, способов получения и областей применения.

Задачи дисциплины

- сформировать представления об основных химических системах и процессах;
- дать определенный комплекс знаний о реакционной способности веществ;
- дать основу знаний о методах химической идентификации веществ.

Дисциплина «**Химия элементов**» преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений;
- методы теоретического и экспериментального исследования;
- методы химической идентификации веществ;

Уметь:

- использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;

Владеть:

- инструментарием для решения химических задач;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	216	288
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,4	143	192
Лекции	1,8	47,6	64
Практические занятия (ПЗ)	1,8	47,6	64
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	47,6	64
Самостоятельная работа	1,6	46	60
Контактная самостоятельная работа	1,6	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		46	60
Вид контроля:			
Экзамен	1	27	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	0,4
Подготовка к экзамену.		26,7	35,6
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Химия s-элементов	41	8	8	12	13
2	Химия p-элементов	88	24	24	32	20
3	Химия d-элементов	88	24	24	20	20
4	Химия f-элементов	23	8	8	-	7
	ИТОГО	252	64	64	64	60
	Экзамен	36				
	ИТОГО	288				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Химия s-элементов и их соединений

1.1 Общая характеристика щелочных элементов. Нахождение в природе, способы получения из природного сырья. Соединения щелочных металлов: оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды, гидриды, галогениды, нитриды, сульфиды, способы получения и свойства. Гидроксиды щелочных металлов, получение и химические свойства.

Соли щелочных металлов, способы получения и свойства. Изменение термической устойчивости карбонатов, нитратов и сульфатов в ряду литий-цезий.

Получение соды (аммиачный способ Сольве и сульфатный способ Леблана) и поташа.

Малорастворимые соли щелочных металлов. Особенности химии лития и его соединений.

1.2 Общая характеристика элементов II-A подгруппы. Нахождение в природе, способы получения из природного сырья.

Особенности химии бериллия. Физические и химические свойства бериллия, магния, и их соединений. Амфотерность соединений бериллия.

Щелочноземельные металлы (кальций, стронций, барий), способы получения и свойства.

Оксиды, гидроксиды, карбонаты, сульфаты, фосфаты нитраты элементов II-A подгруппы, получение и химические свойства. Гидролиз растворимых солей бериллия и магния. Диагональное сходство соединений бериллия и алюминия, магния и лития.

Жесткость воды и способы её устранения.

Раздел 2. Химия p-элементов и их соединений

2.1 Общая характеристика элементов III-A подгруппы. Сравнительная характеристика физических и химических свойств простых веществ.

Бор. Соединения бора в природе. Способы получения бора. Физические и химические свойства бора.

Соединения бора с металлами и неметаллами. Бориды, борогидриды металлов, бороводороды (гомологические ряды гидридов BnH_{n+4} и BnH_{n+6}): способы получения, химическая связь в бороводородах, химические свойства. Нитрид и карбид бора.

Галогениды бора, их свойства. Тетрафтороборная кислота и её соли.

Оксид бора (III), борные кислоты, получение и свойства. Получение и строение буры, её гидролиз. Переработка буры в борную кислоту. Эфиры борной кислоты. Бораты, их свойства, строение борат-ионов. «Перлы» буры.

Боразол, получение и свойства. Применение бора и его соединений.

Алюминий. Природные соединения и получение алюминия. Физические и химические свойства алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермическое получение металлов.

Оксид, гидроксид алюминия, их химические свойства. Свойства алюминатов, полученных методом твердофазного синтеза и в водных растворах.

Гидролиз солей алюминия и алюминатов. Комплексные соединения алюминия и двойные соли. Гидрид алюминия и гидридоалюминаты щелочных металлов, их применение в качестве восстановителей. Получение, строение и свойства безводных галогенидов алюминия. Соединения алюминия в состоянии степени окисления (I).

Галлий, индий, таллий. Извлечение галлия, индия и таллия из отходов производства алюминия и цветных металлов.

Изменение устойчивости соединений галлия, индия и таллия в состоянии степени окисления (III) и (I). Способы получения одно- и трёхвалентных соединений галлия, индия и таллия.

Амфотерность оксида и гидроксида галлия (III). Оксиды и гидроксиды индия и таллия, их свойства. Соли галлия, индия и таллия. Применение некоторых соединений в полупроводниковой технике.

2.2. Общая характеристика элементов IV-A подгруппы. Углерод. Аллотропные модификации углерода – графит, алмаз, карбин, фуллерены, графен. Получение искусственных алмазов. Углеродные нанотрубки.

Химические свойства углерода. Важнейшие карбиды металлов, их классификация.

Соединения углерода с галогенами, способы получения, свойства и практическое применение.

Соединения углерода с другими неметаллами – сероуглерод, карборунд, карбид бора, дициан.

Циановодород и изоциановодород, циановодородная (синильная) кислота и цианиды, способы получения и химические свойства. Цианамид и цианамиды металлов. Реакции окисления циановодорода и цианидов.

Цианаты, способы получения и свойства. Равновесия в растворах циановой кислоты (изоциановая, фульминовая), их соли.

Тиоцианат водорода и тиоциановая кислота и её соли – тиоцианаты и изотиоцианаты, их свойства. Тиоциан.

Комплексные соединения, содержащие в качестве лигандов ионы CN^- и SCN^- .

Карбамид, способы получения, свойства и применение.

Кремний. Способы получения и очистки. Силициды, их классификация. Карбид и нитрид кремния. Соединения кремния с галогенами. Гексафторокремниевая кислота и её соли.

Оксид кремния, кремниевые кислоты и их соли. Силикагель, получение, применение.

Цеолиты. Силикаты, их гидролиз.

Искусственные силикаты: стёкла, ситаллы, цементы; принципы промышленного получения стекла и цемента.

Современные представления о строении силикатов. Основные типы структур силикатов: цепные, циклические, слоистые, трёхмерные.

Германий, олово, свинец. Основные минералы и способы получения. Методы очистки германия. Германий как вещество с полупроводниковыми свойствами.

Изменение окислительно-восстановительной устойчивости соединений элементов в степени окисления (IV) и (II) ряду германий-свинец.

Химические свойства германия, олова и свинца, их взаимодействие с кислотами и щелочами.

Важнейшие соединения германия, олова и свинца (IV) и (II): оксиды, гидроксиды, галогениды, гидриды, способы получения и свойства. Сульфиды, способы получения и свойства. Соли тиокислот.

Сурик. Сравнение окислительно-восстановительных, кислотно-основных и комплексообразующих свойств соединений свинца (II) и (IV). Свинцовые аккумуляторы.

Общая характеристика солей, их растворимость гидролизуемость, термическая устойчивость.

2.3. Общая характеристика элементов V-A подгруппы. Азот. Распространённость и нахождение азота в природе. Круговорот азота в природе. Промышленные и лабораторные способы получения азота.

Электронное строение молекулы азота. Физические и химические свойства азота. Современные способы связывания атмосферного азота. Комплексные соединения с молекулярным азотом.

Аммиак. Строение молекулы, физические свойства. Получение аммиака в лаборатории. Физико-химические основы промышленного синтеза аммиака.

Жидкий аммиак как растворитель. Растворы щелочных и щёлочно-земельных металлов в жидком аммиаке.

Амиды, имиды, нитриды, их свойства.

Равновесие в системе аммиак-вода.

Химические свойства аммиака – реакции замещения, присоединения и окисления. Галогениды азота, способы получения и свойства.

Строение катиона аммония. Соли аммония, их получение и свойства. Термическая устойчивость солей аммония. Гидролиз солей аммония.

Гидразин и гидроксилламин, строение молекул, способы получения и химические свойства. Азидоводород, строение азид-иона, получение, свойства азидоводородной кислоты и азидов металлов.

Оксиды азота (I, II, III, IV, V), способы получения, химическая связь в молекулах, свойства. Закономерности в изменении свойств оксидов азота (дипольные моменты, межмолекулярные взаимодействия, термическая устойчивость кислотные свойства, реакции диспропорционирования).

Азотноватистая кислота и её соли – гипонитриты.

Азотистая кислота, её таутомерия и нитриты, способы получения и свойства. Азотная кислота и нитраты, способы получения и свойства.

Термическая устойчивость нитратов.

Сопоставление химических свойств азотистой и азотной кислот и их солей.

Царская водка и её окислительные свойства.

Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.

Фосфор, основные минералы, получение фосфора в промышленности. Аллотропные модификации фосфора, их свойства.

Водородные соединения фосфора – фосфин и дифосфин, способы получения и свойства.

Соли фосфония, их термическая и гидролитическая устойчивость.

Кислородные соединения фосфора – способы получения, структура, химические свойства.

Оксокислоты фосфора и их соли: $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$ (ортофосфорная, дифосфорная, трифосфорная, полиметафосфорные);

$H_nP_nO_{3n}$ (цикло-триметафосфорная, цикло-тетраметафосфорная, полиметафосфорные);

изомерные фосфорноватая и фосфористофорная $H_4P_2O_6$;

пероксомонофосфорная и пероксодифосфорная, способы получения и свойства.

Оксокислоты фосфора, содержащие связи P–N: фосфоновая, фосфиновая, дифосфоновая и их соли, способы получения и свойства.

Соединения фосфора с галогенами – тригалогениды и пентагалогениды, тетрагалогениды дифосфора, оксогалогениды фосфора, получение и свойства.

Соединения фосфора с серой и азотом.

Аналитические методы идентификации фосфорных кислот и их солей.

Фосфорные удобрения и моющие средства на основе фосфатов.,

Мышьяк, сурьма, висмут. Распространенность и нахождение в природе, способы получения. Аллотропные модификации.

Химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута. Соединения с металлами и водородные соединения.

Оксиды, гидроксиды, кислоты, соли мышьяка, сурьмы и висмута в состояниях степеней окисления (III) и (V), способы получения. Сопоставление кислотно-основных и

окислительно-восстановительных свойств. Соединения висмута (V) – висмутаты, их получение и свойства как сильных окислителей.

Тригалогениды и пентагалогениды мышьяка, сурьмы и висмута, получение и свойства. Низшие галогениды. Галогенидные комплексы и оксогалогениды.

Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута, получение и свойства. Тиосоли.

2.4. Общая характеристика элементов VI-A. Кислород. Физические свойства, строение молекулы, парамагнетизм кислорода. Лабораторные способы и промышленное получение кислорода.

Химические свойства кислорода. Кислород как окислитель. Окисление (горение) простых и сложных веществ в атмосфере кислорода.

Важнейшие кислородные соединения: оксиды элементов, гидроксиды, оксокислоты и их соли, пероксиды, надпероксиды; их свойства.

Строение O^{2+} , O^{2-} , O_2^{2-} , O_2^- в рамках метода МО. Пероксид водорода, строение молекулы, способы получения и свойства.

Озон как аллотропная модификация кислорода. Получение, электронное строение молекулы, химические свойства. Применение озона для озонирования воды и воздуха, а также в качестве окислителя в синтезах.

Роль кислорода как элемента в биологических и минеральных процессах на Земле.

Сера, селен, теллур, полоний.

Общая характеристика элементов. Распространенность и формы нахождения в природе. Аллотропные и полиморфные модификации. Способы получения.

Сера и её соединения. Химические свойства серы.

Бинарные соединения серы: сульфаны и сульфиды, их свойства и способы получения. Растворимость сульфидов в воде, в водных растворах кислот и щелочей. Реакции осаждения сульфидов.

Кислородные соединения серы. Некоторые низшие оксиды серы (S_nO , S_2O).

Оксид серы (IV). Физические свойства, строение молекулы, способы получения и химические свойства.

Равновесия в водных растворах ($SO_{2(g)} + H_2O_{(ж)}$).

Оксид серы (VI). Физические свойства, строение молекулы, способы получения и химические свойства.

Оксокислоты серы и их соли:

дитионистая и дитиониты;

дисернистая и дисульфиты;

сернистая, сульфиты и гидросульфиты;

политионовые $H_2S_{n+2}O_6$ и политионаты;

серная, сульфаты и гидросульфаты;

дисерная и дисульфаты;

тиосерная и тиосульфаты;

пероксомоносерная (кислота Каро) и пероксомоносульфаты;

пероксодисерная и пероксодисульфаты.

Способы получения и свойства перечисленных выше кислот и их солей.

Галогениды серы, способы получения и свойства. Оксогалогенидные кислоты серы.

Некоторые бинарные соединения серы.

Селен, теллур.

Химические свойства селена и теллура. Селениды и теллуриды. Водородные соединения селена и теллура.

Оксиды селена и теллура (IV) и (VI), способы получения и свойства.

Оксокислоты селена и теллура, их соли, способы получения и свойства.

Соединения селена и теллура с галогенами, способы получения и свойства.

Некоторые бинарные соединения селена и теллура с азотом и фосфором.

Полоний; отсутствие стабильных изотопов. Способы концентрирования и отделения его от других элементов. Способы получения полония.

Химические свойства полония; полониды, галогениды.

Водород. Положение водорода в периодической системе элементов. Распространенность в природе. Физические и химические свойства водорода. Лабораторные и промышленные способы получения. Гидриды элементов, их классификация и свойства.

2.5. Общая характеристика элементов VII-A подгруппы. Галогены. Лабораторные и промышленные способы получения. Сравнительная характеристика физических и химических свойств галогенов.

Особенности химии фтора. Фториды металлов и кислорода, их свойства.

Галогеноводороды, способы получения, физические и химические свойства.

Сравнительная характеристика энергии связи водород-галоген, термической устойчивости и восстановительных свойств галогеноводородов. Растворы галогеноводородов в воде, изменение силы галогеноводородных кислот в ряду HF-HI. Плавиковая кислота, процесс ассоциации молекул во фтороводороде и плавиковой кислоте. Дифторогидрогенаты некоторых металлов.

Кислородные соединения галогенов, химическая связь в молекулах, способы получения, физические и химические свойства.

Процессы взаимодействия хлора, брома и иода с водой и водными растворами щелочей (процессы сольватации и диспропорционирования, термические и кинетические характеристики взаимодействия галогенов с водой).

Кислородсодержащие кислоты хлора, брома, иода, и их соли; состав, способы получения и свойства. Сравнительная характеристика устойчивости этих соединений и их окислительных свойств в водных растворах. Свойства солей кислородсодержащих кислот как окислителей в твёрдой фазе.

Межгалогидные соединения, способы получения, свойства.

Области применения галогенов и их соединений. Благородные газы. Нахождение в природе, промышленные способы получения.

Клатратные соединения благородных газов.

Соединения ксенона со фтором: их состав, способы получения и химические свойства.

Фториды криптона, получение и свойства.

Кислородные соединения ксенона, криптона; кислородсодержащие кислоты и их соли, получение и свойства.

Области применения благородных газов.

Раздел 3. Химия d-элементов и их соединений

Сравнительная характеристика закономерностей изменения химических свойств d-элементов и их соединений в группах и периодах периодической системы.

3.1 Скандий, иттрий, лантан. Нахождение в природе. Промышленные способы получения металлов и их химические свойства. Оксиды, гидроксиды, соли (двойные и комплексные), их свойства. Применение скандия, иттрия лантана и их соединений.

3.2 Титан, цирконий, гафний. Природные источники, способы получения и очистки металлов. Физические и химические свойства. Соединения элементов IV-Б группы со степенью окисления (IV): оксиды и гидроксиды, галогениды, комплексные соединения, получение и свойства.

Состояние четырёхвалентных титана, циркония и гафния в водных растворах, полимеризация за счёт гидроксо(оловых) и оксо(оксоловых) мостиков.

Бинарные соединения титана, циркония и гафния: карбиды, нитриды, сульфиды и материалы на их основе.

Пероксосоединения элементов (IV), получение и свойства.

Сопоставление окислительно-восстановительной устойчивости соединений со степенями окисления (IV), (III), (II) в ряду титан – гафний. Способы получения и свойства соединений в низших состояниях окисления.

3.3. Ванадий, ниобий, тантал. Нахождение в природе, основные минералы, способы получения. Соединения элементов со степенью окисления (V), получение и свойства. Влияние pH среды на состояние ионов в водных растворах. Изополи- и гетерополисоединения ванадия. Ванадаты, ниобаты, танталаты, получение и свойства. Изменение устойчивости соединений с высшими и низшими степенями окисления в ряду ванадий – тантал. Получение соединений с низшими состояниями окисления (IV), (III), (II), их свойства. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений ванадия со степенями окисления (V), (IV), (III), (II).

3.4. Хром, молибден, вольфрам. Общая характеристика элементов, их валентные состояния. Основные минералы. Переработка хромистого железняка в дихромат и феррохром. Особенности получения металлических молибдена и вольфрама.

Физические и химические свойства металлов. Соединения хрома в состоянии степени окисления (II): оксид, гидроксид, соли; получение и свойства.

Соединения хрома в состоянии окисления (III): оксид, гидроксид, соли и хромиты. Гидратная изомерия солей хрома (III); комплексные соединения и двойные соли.

Оксид хрома (VI) получение и свойства. Кислотно-основное равновесие в водных растворах хроматов и дихроматов. Хроматы и дихроматы как окислители. Хлорид хрома и хлорохромат калия. Пероксидные соединения хрома и их свойства.

Кислородсодержащие соединения молибдена и вольфрама в состоянии окисления (VI): оксиды, кислоты и их соли, способы получения и свойства.

Соединения молибдена и вольфрама в низших состояниях окисления: оксиды, молибденовые и вольфрамовые «сини». Вольфрамовые бронзы. Полимеризация молибденовой и вольфрамовой кислот; образование изополимолибдатов и изополивольфраматов в твердой фазе и в водных растворах. Гетерополисоединения на основе молибденовой и вольфрамовой кислот, получение, состав и свойства.

Пероксосоединения молибдена и вольфрама.

Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений.

3.5. Марганец, технеций, рений. Общая характеристика элементов VII-Б группы. Основные минералы. Открытие рения. Синтез технеция. Получение металлических марганца, технеция и рения. Химические свойства металлов.

Соединения марганца (II): оксид, гидроксид, соли, комплексные соединения, получения и свойства.

Соединения марганца (IV): оксид, соли и манганиты; получение и свойства.

Соединения марганца в степенях окисления (VI) и (VII); способы получения и свойства.

Производные марганца (V) гипоманганаты, синтез и свойства.

Общие сведения о соединениях технеция и рения в низших (III и IV) и высших (VI) и (VII) состояниях окисления, их состав и свойства.

Семейство железа. Нахождение в природе, способы получения. Доменный процесс получения чугуна. Виды сталей. Переработка чугуна в сталь и ковкое железо. Способы получения кобальта и никеля.

Химические свойства железа, кобальта и никеля. Карбонилы и нитрозилы металлов и их свойства.

Валентные состояния элементов триады железа. Изменение устойчивости их соединений в различных степенях окисления. Соединения в степенях окисления (II) и (III), способы их получения и химические свойства: оксиды, гидроксиды, соли, комплексные соединения. Ферраты как производные железа (VI), получение и свойства ферратов.

3.7. Элементы семейства платиновых металлов. Роль отечественных ученых в изучении химии платиновых элементов (К.К. Клаус, Л.А. Чугаев, И.И. Черняев).

Общая характеристика платиновых элементов. Самородная платина. Извлечение металлов семейства платиновых из руд. Физические и химические свойства металлов, их применение. Закономерности в изменении устойчивости характерных степеней окисления в соединениях платиновых элементов. Свойства соединений элементов семейства платиновых в состоянии окисления (II), (III), (IV), (VI), (VII) и (VIII). Комплексные соединения платиновых элементов и их свойства.

Применение соединений платиновых элементов.

3.7. Медь, серебро, золото. Общая характеристика элементов. Сравнительная характеристика физических и химических свойств простых веществ. Основные минералы, способы получения металлов. Цианидный метод Багратиона. Соединения металлов в состояниях окисления (I), (II), (III): оксиды, гидроксиды, соли, комплексные соединения; способы получения и свойства. Купраты, гидроксокупраты, периодаты и теллулаты меди(III); получение и свойства. Соединения с высшими состояниями окисления серебра. Галогенидные, тиосульфатные, цианидные комплексные соединения; получение, устойчивость, свойства.

3.8. Цинк, кадмий, ртуть. Общая характеристика элементов. Сравнительная характеристика физических и химических свойств простых веществ.

Минералы цинка, кадмия и ртути, способы получения металлов. Химические свойства металлических цинка, кадмия и ртути.

Оксиды, гидроксиды, соли; способы их получения и свойства. Комплексные соединения, их состав, устойчивость и свойства.

Равновесия в водном растворе ($\text{HgCl}_2\text{--NH}_3\text{--NH}_4\text{Cl}$). Амидные соединения ртути. Плавкий и неплавкий белые преципитаты.

Соединения ртути(I): оксид, гидроксид, соли; способы получения и свойства. Реакции диспропорционирования соединений ртути(I).

Комплексные соединения цинка, кадмия и ртути(II); способы получения, состав, устойчивость.

Применение цинка, кадмия и ртути и их соединений.

Раздел 4. Химия f-элементов и их соединений

4.1. Лантаноиды. Общая характеристика элементов. Строение электронных оболочек атомов, характерные валентные состояния, устойчивые степени окисления. Распространенность элементов в природе.

Получение, физические и химические свойства элементов в металлическом состоянии. Оксиды, гидроксиды, соли, двойные и комплексные соединения; получение и свойства, гидролиз солей. Соединения церия(IV), европия (II), иттербия(II); их свойства.

Комплексные соединения с полидентатными лигандами как основа современных методов разделения и очистки редкоземельных элементов.

4.2.Актиноиды. Общая характеристика элементов. Строение электронных оболочек атомов, характерные степени окисления.

Минералы тория (монацит), урана (урановая смоляная руда). Валентные состояния тория, урана. Принципы получения тория и урана из природного сырья.

Металлический торий, уран, их свойства. Оксид, гидроксид тория(IV), галогениды. Безводные и гидратированные соли тория.

Кислородные соединения урана, галогениды урана, соли уранила и четырехвалентного урана, уранаты. Комплексные соединения урана (VI) и (IV).

Соединения нептуния и плутония в высшем состоянии окисления (VII), их свойства. Области применения лантаноидов, актиноидов и их соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
	Знать:	+	+	+	+	
1	– химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений;	+	+	+	+	
2	– методы теоретического и экспериментального исследования;	+	+	+	+	
	– методы химической идентификации веществ;					
	Уметь:					
3	– использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений;	+	+	+	+	
4	– использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;	+	+	+	+	
	Владеть:					
5	– инструментарием для решения химических задач;	+	+	+	+	
6	– теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;	+	+	+	+	
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				
7	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы	+	+	+	+

		по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности				

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	Химия щелочных металлов и их соединений. Химия элементов подгруппы бериллия и их соединений.	4
2	2	Химия элементов подгруппы бора и их соединений.	4
3	2	Химия углерода, кремния и их соединений.	4
4	2	Химия германия, олова, свинца и их соединений.	4
5	2	Химия азота и его соединений.	4
6	2	Химия фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений.	4
7	2	Химия серы и ее соединений.	4
8	2	Химия селена, теллура, полония и их соединений.	4
9	2	Химия галогенов и их соединений.	4
10	2	Химия благородных газов и их соединений.	4
11	3	Химия элементов подгруппы скандия, титана, ванадия и их соединений.	4
12	3	Химия хрома, молибдена, вольфрама и их соединений.	4
13	3	Химия железа, кобальта, никеля и их соединений.	4
14	3	Химия меди, серебра, золота и их соединений.	4
15	3	Химия цинка, кадмий, ртути и их соединений.	4
16	4	Химия лантаноидов, актиноидов и их соединений.	4

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого по дисциплине «*Химия элементов*», а также способствует формированию у студентов навыков экспериментальной работы и развитию навыков исследовательской работы.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1	Определение карбонатной жесткости воды.	4
2	1.2	Щелочные, щелочноземельные металлы и магний.	4
3	2.1	Бор и алюминий.	4
4	2.2	Углерод и кремний	4
5	2.2	Олово и свинец.	4
6	2.3	Азот.	4
7	2.3	Фосфор, сурьма, висмут.	4
8	2.4	Сера, селен, теллур.	4
9	3.4	Хром, молибден, вольфрам.	4
10	3.5	Марганец, железо, кобальт, никель.	4
11	3.7	Медь, серебро.	4
12	3.8	Цинк, кадмий, ртуть.	4
13		Итоговое занятие	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (2 семестр) и лабораторного практикума (2 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), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 балла) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

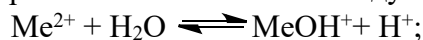
Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы (2 семестр) составляет 10 баллов за каждую.

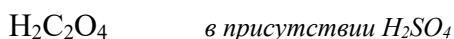
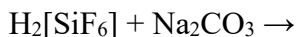
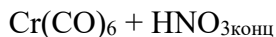
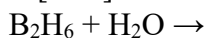
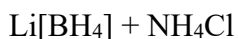
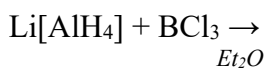
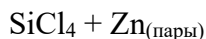
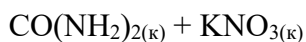
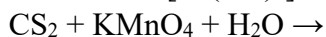
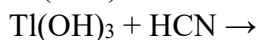
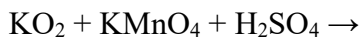
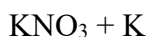
Раздел 1. Контрольная работа №1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Оценить величины pH 0,05 М растворов солей BeCl₂, MgCl₂ и CaCl₂ и сопоставить степени гидролиза солей. Для расчетов использовать следующие данные:



$K_{\text{гидр}}(\text{Be}^{2+}) = 3,0 \cdot 10^{-7}$; $K_{\text{гидр}}(\text{Mg}^{2+}) = 3,8 \cdot 10^{-12}$; $K_{\text{гидр}}(\text{Ca}^{2+}) = 2,5 \cdot 10^{-13}$. Дать интерпретацию полученных результатов.

2. Закончить уравнения реакций:



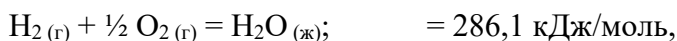
Раздел 2. Контрольная работа №2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Используя следующие данные

$$\begin{array}{ccccccc} & + 2 & & + & = & + 2 \text{ H}_2\text{O}_{(\text{ж})}; & = 371,6 \\ \text{кДж/моль} & & & & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} & + & & + & = & + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}; & = 314,0 \\ \text{кДж/моль} & & & & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} 2 & + & & = \text{I}_{2(\text{к})} + & + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}; & = 215,2 \text{ кДж/моль} \end{array}$$



вычислить стандартную энтальпию образования пероксида водорода в водном растворе.

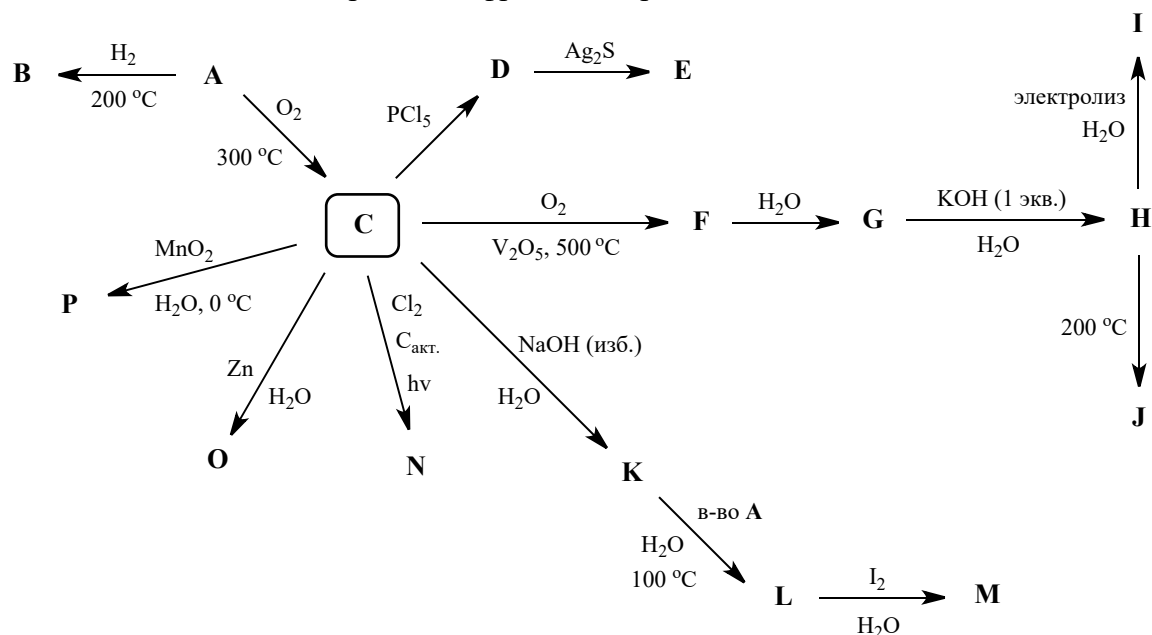
2. Через водный раствор, содержащий 77,00 г метасиликата калия, пропустили 17,82 г галогеноводорода. Выпавший осадок отфильтровали, а полученный раствор выпарили. Масса сухого остатка (в пересчете на безводные соли) составила 86,24 г. Вычислить массовые доли солей в полученном сухом остатке.

Раздел 3. Контрольная работа №3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. По одной из версий известный политик умер в результате длительного пребывания в комнате с «ядовитыми» обоями. Пигмент, использовавшийся для покраски обоев, получают следующим образом: к горячему раствору карбоната натрия небольшими порциями добавляют белый порошок ядовитого бинарного соединения М, которое известно человечеству еще с античности. Полученный бесцветный раствор по каплям добавляют к раствору медного купороса, что приводит к выпадению осадка ярко окрашенного пигмента. Установите состав вещества М и ядовитого пигмента, если известно, что они содержат 24,24 и 25,53 масс% кислорода как элемента соответственно. Напишите уравнения упомянутых реакций.

2. Довольно распространенный элемент X хорошо известен человечеству ещё с древнейших времен. В природе X содержится в земной коре в виде минералов и в самородном состоянии, а также в природном газе. Кроме того, X входит в состав некоторых аминокислот и ферментов, являясь одним из биогенных элементов.

Благодаря своей способности к катенации (образованию цепей со связями X-X) и разнообразию степеней окисления, X образует множество кислородсодержащих кислот различной устойчивости, являясь рекордсменом по их количеству среди всех элементов Периодической системы. В настоящее время известно много способов синтеза этих кислот и их солей, часть из которых зашифрована в приведенной ниже схеме:



Дополнительно известно, что:

- **A** – простое вещество, **B, C, E, F** – бинарные соединения, остальные вещества содержат три элемента.
- Массовая доля элемента **X** в некоторых веществах составляет: **E** – 80,03 %, **I** – 23,72 %, **M** – 47,46 %, **O** – 33,14 %, **P** – 29,82 % (значения атомных масс взяты с точностью до 0,01 г/моль).
- Соединение **M** содержит два типа атомов **X** в соотношении 1:1.

1. Приведите формулы и названия соединений **A-P** (все они содержат элемент **X**).
2. Напишите уравнения реакций, представленных в схеме.
3. Изобразите структурные формулы соединений **E, I, J, L, M, O, P** (если они являются солью, то приведите структурную формулу соответствующего аниона).

Раздел 2. Контрольная работа №4. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Металл **M** при нагревании в атмосфере угарного газа при 700-900°C дает зеленый оксид **N**, который при длительном нагревании (200-300°C) на воздухе превращается в соединение **O** черного цвета. Дальнейшее прокаливании **O** на воздухе дает последовательно соединения **P** (580-620°C, коричнево-черное) и **R** (850-1100°C, красно-коричневое). **R** при действии избытком графита (1500°C) переходит в карбид **S**.

1. Определите металл **M**, если его содержание в соединениях **N-S** по данным элементного анализа составляет:

N	O	P	R	S
77,45 %	63,19 %	69,60 %	72,03 %	93,21 %

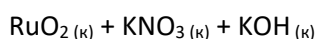
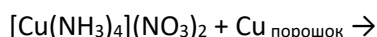
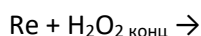
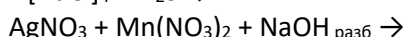
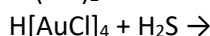
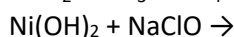
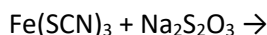
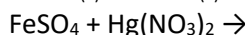
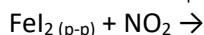
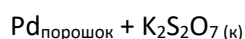
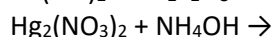
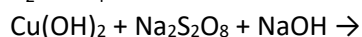
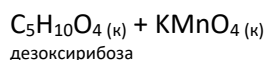
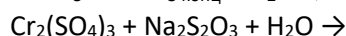
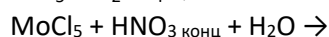
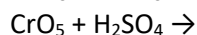
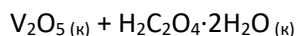
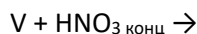
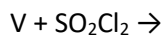
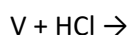
2. Определите объём газа (приведенный к н.у.), который выделится при взаимодействии 1,00 г **S** с соляной кислотой, если известно, что обработка образующегося раствора избытком щелочи приводит к образованию осадка **T**, быстро темнеющего на воздухе.

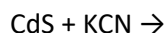
3. Приведите формулы веществ **N-T** и уравнения всех упомянутых превращений.

2. Между хромат – и дихромат-ионами в водном растворе существует равновесие $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

Константа равновесия указанного процесса при 25°C равна $4,2 \cdot 10^{14}$. В 1 М растворе 10 % всего хрома как элемента содержится в виде дихромат-иона, а 90 % - в виде хромат-иона. Вычислить pH такого раствора.

4. Закончить уравнения реакций





8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса, по 20 баллов за каждый.

1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.
2. Особенности соединений лития по сравнению с соединениями других щелочных металлов.
3. Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды щелочных металлов: химическая связь в соединениях, получение и свойства.
4. Получение натрия, гидроксида натрия и карбоната натрия в промышленности.
5. Взаимодействие с растворами щелочей: а) амфотерных металлов; б) неметаллов; в) кислотных оксидов; г) амфотерных оксидов.
6. Особенности соединений бериллия по сравнению с соединениями щелочно-земельных металлов.
7. Общая характеристика солей бериллия, магния и щелочно-земельных металлов, их растворимость и гидролиз.
8. Получение оксида, гидроксида кальция и хлорной извести в промышленности.
9. Общая характеристика и химические свойства бора, его получение.
10. Борный ангидрид, борные кислоты и их соли: получение, строение и свойства.
11. Бороводороды: получение, строение молекул и свойства. Борогидриды металлов.
12. Общая характеристика и химические свойства алюминия, индия, галлия и таллия.
13. Получение алюминия, его оксида и гидроксида в промышленности.
14. Оксид, гидроксид и соли алюминия: их получение и свойства.
15. Общая характеристика и химические свойства углерода.
16. Оксиды углерода (II, IV): получение в промышленности и в лаборатории, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Карбонилы металлов.
17. Общая характеристика и химические свойства кремния.
18. Получение кремния, силиката натрия и стекла в промышленности.
19. Кварц, кремниевые кислоты, силикаты, гексафторокремниевая кислота: получение и свойства.
20. Общая характеристика и химические свойства германия, олова и свинца.
21. Оксиды и гидроксиды олова и свинца: их взаимодействие с кислотами и щелочами, окислительно-восстановительные свойства.
22. Сульфиды олова и свинца: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Отношение к действию $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$.
1. Общая характеристика и химические свойства азота.
2. Оксиды азота: получение, строение молекул, окислительно-восстановительные свойства.
3. Аммиак и гидразин: получение, химическая связь и строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

4. Реакции термического разложения солей аммония: нитриты, нитрата, бихромата, сульфата, хлорида.
5. Гидроксиламин, азотистоводородная кислота и ее соли: химическая связь и строение молекул, получение и свойства.
6. Взаимодействие металлов с азотной кислотой.
7. Царская водка и её окислительные свойства на примере реакций с золотом, платиной, сульфидом ртути.
8. Реакции термического разложения нитратов различных металлов.
9. Общая характеристика и химические свойства фосфора его получение в промышленности.
10. Оксиды фосфора: получение, строение молекул и свойства.
11. Фосфиновая и фосфинная кислоты: получение, строение молекул, кислотные и окислительно-восстановительные свойства. Фосфонаты и фосфинаты.
12. Кислоты фосфора (+5) и качественные реакции на них. Получение фосфорной кислоты в промышленности.
13. Общая характеристика и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута.
14. Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута: их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.
15. Галогениды мышьяка, сурьмы и висмута: их получение и гидролиз. Тиокислоты и тиосоли.
16. Получение кислорода и пероксида водорода в промышленности и в лаборатории.
17. Реакции пероксида водорода в роли окислителя и восстановителя.
18. Общая характеристика и химические свойства серы, селена и теллура.
19. Получение и свойства сероводорода. Растворимость и гидролиз сульфидов. Отношение сульфидов к кислотам.
20. Кислородсодержащие кислоты серы, селена и теллура: получение, кислотные и окислительно-восстановительные свойства.
21. Взаимодействие металлов с серной кислотой.
22. Получение серной кислоты и сероводорода в промышленности.
23. Взаимодействие неметаллов с концентрированными серной и азотной кислотами.
24. Получение водорода в промышленности.
25. Общая характеристика и химические свойства галогенов.
26. Получение хлора, брома и хлората калия в промышленности.
27. Водородные соединения галогенов: получение и свойства.
28. Ассоциация молекул фтороводорода. Дифторгидрогенат калия.
29. Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.
30. Оксиды хлора и иода: получение и свойства.
31. Сопоставление кислотных и окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих кислот галогенов.
32. Получение и гидролиз галогенангидридов.
33. Фториды ксенона: получение, строение молекул и химические свойства.
34. Общая характеристика и химические свойства меди, серебра, золота.
35. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы цинка.
36. Соли цинка, кадмия и ртути, их гидролиз. Амидные соединения ртути. Соединения $\text{Hg}_2(\text{II})$ получение и свойства.

37. Общая характеристика и химические свойства подгруппы скандия.
38. Общая характеристика и химические свойства металлов подгруппы титана.
39. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы ванадия.
40. Общая характеристика и химические свойства хрома, молибдена и вольфрама.
41. Соединения хрома (II и III): получение и свойства.
42. Реакции хромата (дихромата) калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
43. Хромовый ангидрид, хроматы и дихроматы: получение и химические свойства. Хромовая смесь.
44. Общая характеристика и химические свойства марганца, технеция и рения.
45. Соединения марганца (II): получение и свойства. Диоксид марганца, манганаты и перманганаты. Марганцовая кислота и ее ангидрид.
46. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
47. Общая характеристика и химические свойства железа, кобальта и никеля.
48. Получение и свойства гидроксидов и солей железа (II и III). Качественные реакции на ионы железа.
49. Общая характеристика и химические свойства платиновых металлов.
50. Общая характеристика и химические свойства лантаноидов.
51. Общая характеристика и химические свойства актиноидов.
52. Получение железа, никеля, хрома и марганца в промышленности.
53. Пирометаллургические способы получения металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.
54. Окислительное действие нитрата калия и хлората калия при нагревании (сплавлении).
55. Образование аммиакатов и гидроксокомплексов металлов и их разрушение кислотами и при нагревании.
56. Реакции термического разложения некоторых кислых солей (NaHCO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , NaHSO_4).

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр).

Экзамен по дисциплине «Химия элементов» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» (Должность, наименование кафедры)	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Сколтеха

(Подпись) _____ (И. О. Фамилия) _____ «__» _____ 20__ г.	04.03.01 Химия Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
	Наименование дисциплины
Билет № 1 1. Гидратация P_4O_{10}. Фосфорные кислоты и их соли; способы получения и свойства. 2. Общая характеристика элементов подгруппы хрома, их валентные состояния. Основные минералы. Переработка хромистого железняка в дихроматы и феррохром. Способы получения хрома, молибдена и вольфрама; их физические и химические свойства.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гринвуд Н.Н., Эрншо А. Химия элементов. В 2-х томах. М.Мир.2008.
2. Лекции. Химический факультет МГУ
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/thermo/welcome.html>.
3. А.В. Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм. Неорганическая химия. Учебник. Под ред. А.В. Шевелькова.-М.: Лаборатория знаний, 2021-586с. :ил.
4. Практикум по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
5. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 1. РХТУ им.Д.И. Менделеева. 2015. 186 с.
6. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 2. РХТУ им.Д.И. Менделеева. 2015. 150 с.

Б. Дополнительная литература

7. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия s-элементов. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2014. 131 с.
8. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия p-элементов. Группы бора и углерода. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 295 с.
9. В.В. Кузнецов, Е.А. Филатова, А.А. Алекса. Химия p-элементов. Элементы 15 группы. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 312 с.
10. 8. В.В. Кузнецов, Е.А. Филатова, В.А. Зайцев, К.И. Шаталов. Химия p-элементов. Элементы 16 группы. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. 284 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect.

Доступ к коллекциям «CHEMISTRY» и «CHEMICALENGINEERING» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство American Chemical Society (ACS)

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным ISI Journal Scitation Reports. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство Taylor & Francis

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе по естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания Nature Publishing Group (NPG) Доступ к журналам:

«Nature» - с 1997 г. - научное издание широкого профиля, обладающее самым высоким индексом цитирования;

"Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство Wiley-Blackwell

Предоставляет доступ к более чем 1300 журналам.

Ресурс охватывает широкий спектр тематических направлений по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии. Глубина архива (в основном) с 1996 года. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www3.interscience.wiley.com>.

Издательство SPRINGER

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал SCIENCE

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их. Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес:

<http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

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

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

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 «Химия элементов» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Оборудованная лаборатория: аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; аквадистиллятор АЭ- 25 ООО «Ливам ПФ», рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, рН-метр-милливольтметр рН-420; стандарт-титр рН метрия общая ООО «ХИМТИТРЫ», лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124C, весы электронные аналитические MB-210A, весы аналитические AND HR-100AG, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, весы порционные AND НТ-500 (500г, 0,1г, внешняя калибровка), весы Citizen Scale CY-224; колбонагреватель КН-500 Stegler, мешалка магнитная STEGLER HS с подогревом, спектрофотометр однолучевого СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевой СФ-102 с разделением светового потока 40 ионометр И-510, шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; шкаф сушильный (тип 2) ШС-40-02 СПУ мод. 2204, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202, шкаф сушильный (тип 3) ШС-80-02 СПУ мод. 2208 жидкостной циркуляционный термостат BT10-1 (+20...+100 °С), термостат жидкостной LOIP LT 124а; BT3-1 (+20...+100 °С); BT5-1 (+20...+100 °С) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л.; электрическая плита IRIT IR-8004 IRIT; столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 Stegler, сушилка для пробирок (тип 1) 0362А (полипропилен) Stegler, сушилка для пробирок (тип 2) 0362В (полипропилен) Stegler.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном виде..

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Химия s-элементов	<i>Знает:</i> – химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений; – методы теоретического и экспериментального исследования; – методы химической идентификации веществ; <i>Умеет:</i> – использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – инструментарием для решения химических задач; – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за лабораторный практикум (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)
Раздел 2. Химия p-элементов	<i>Знает:</i> – химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений; – методы теоретического и экспериментального исследования; – методы химической идентификации веществ; <i>Умеет:</i> – использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)

	<i>Владеет:</i> – инструментарием для решения химических задач; – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;	
Раздел 3. Химия d-элементов	<i>Знает:</i> – химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений; – методы теоретического и экспериментального исследования; – методы химической идентификации веществ; <i>Умеет:</i> – использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – инструментарием для решения химических задач; – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;	Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр) Оценка за лабораторный практикум (2 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)
Раздел 4. Химия f-элементов	<i>Знает:</i> – химические свойства элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений; – методы теоретического и экспериментального исследования; – методы химической идентификации веществ; <i>Умеет:</i> – использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений; – использовать основные химические законы,	Оценка за контрольную работу №4 (2 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)

	термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> – инструментарием для решения химических задач; – теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;	

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
«Химия элементов»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

Направления подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена

Головиной Верой Анатольевной, проф., к.п.н., зав. каф. физвоспитания

Акуловой Татьяной Николаевной, доцентом кафедры физвоспитания

Носик Оксаной Владимировной, доцентом кафедры физвоспитания

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания
«11» июня 2025 г., протокол № 11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия профиль «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»**, накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева**. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырех семестров.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической культуры и спорта.

Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования средств физической культуры и спорта для сохранения и укрепления своего здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – заключаются в обучении знаниям и навыкам в области физической культуры и спорта, необходимых для:

- самостоятельного поддержания своего физического здоровья методами физической культуры;
- повышения работоспособности;
- формирования здорового образа жизни.
- понимание социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;
- овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие, развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре и спорте;
- приобретение личного опыта повышения двигательных и функциональных возможностей, обеспечение общей и профессионально-прикладной физической подготовленности к будущей профессии и быту.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** преподается в 1, 2, 3 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения частично (для выполнения раздела самостоятельной работы).

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- нормы здорового образа жизни;
- основные здоровьесберегающие технологии;
- методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.

Уметь:

- применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности;
- использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья;
- предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте

Владеть:

- навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта;
- системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего	Семестр			
		1	2	3	4
	Акад.ч.	Акад.ч	Акад.ч	Акад.ч	Акад.ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	328	82	82	82	82
Контактная работа – аудиторные занятия:	224	32	64	64	64
Практические занятия (ПЗ)	224	32	64	64	64
Самостоятельная работа (СР)	104	50	18	18	18
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК</i>)	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)	103,6	49,9	17,9	17,9	17,9
Вид промежуточного контроля:		зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	246	61,5	61,5	61,5	61,5
Контактная работа – аудиторные занятия	168	24	48	48	48
Практические занятия (ПЗ)	168	24	48	48	48
Самостоятельная работа (СР)	78	37,5	13,5	13,5	13,5
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК</i>)	0,3	0,08	0,08	0,08	0,08
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)	77,7	37,4	13,4	13,4	13,4
Вид промежуточного контроля:		зачет	зачет	зачет	зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. Часов								
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Семестр 1		Семестр 2		Семестр3		Семестр 4	
			Прак. зан.	Сам. работа	Прак. зан.	Сам. работа	Прак. зан.	Сам. работа	Прак зан.	Сам работ
1.	Раздел 1. Методические основы построения оздоровительной тренировки в физической культуре и спорте.	92	8	10	16	6	20	6	20	6
2.	Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. Специальная физическая подготовка.	166	16	20	40	6	36	6	36	6
3.	Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта.	70	8	20	8	6	8	6	8	6
	ИТОГО	328	32	50	64	18	64	18	64	18

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методические основы построения оздоровительной тренировки в физической культуре и спорте.

1.1. Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания. Принцип оздоровительной направленности. Проектирование различных физкультурно-оздоровительных систем. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое.

1.2. Основы построения оздоровительной тренировки. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Методические правила: постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. ЧСС. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами.

1.3. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.). Четыре основные фазы оздоровительной тренировки (вводная часть – разминка, основная часть – аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).

1.4. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Исходный уровень тренированности. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств.

2.1. Тесты для оценки физических качеств и уровня физической готовности.

Методы определения степени физического развития, развития скелетно-мышечной системы, методы общей оценки функциональной подготовленности занимающихся, индивидуальная оценка развития физических качеств.

2.2. Воспитание физических качеств обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

Воспитание силы (упражнения внешнего отягощения, упражнения с отягощением весом собственного веса, изометрические упражнения, упражнения в сопротивлении).

Воспитание быстроты. Скоростные физические упражнения.

Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.

Воспитание гибкости. Амплитуда движения. Суставы, связки, мышечные волокна, эластичность мышц. Общая и специальная гибкость.

Воспитание ловкости. Взаимосвязь ловкости с силой, быстротой, выносливостью, гибкостью. Подвижность двигательного навыка. Спортивные игры.

Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта.

3.1. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Рекламно-пропагандистские мероприятия. Учебно-тренировочные мероприятия. Национальные виды спорта.

3.2. Организация спортивных мероприятий в избранном виде спорта. Функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Ивент-менеджмент в спорте. Системы проведения спортивных соревнований.

3.3. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).

4.3. Примерное содержание разделов элективных дисциплин

Раздел	Тематическое содержание
Оздоровительная аэробика	
Раздел 1	Понятие аэробики и фитнес-технологий. История аэробики и фитнес-технологий. Аэробика как групповые программы, направленные на тренировку кардио-респираторной системы. Фитнес как система занятий физической культурой, включающая поддержание хорошей физической формы и интеллектуального, эмоционального, социального и духовного начал. Разновидности аэробики и фитнес-технологий. Аэробика и фитнес-технологии, как инновационные оздоровительные технологии. Основные подходы к классификации современных двигательных и оздоровительных систем.
Раздел 2	Развитие силовых способностей, занимающихся средствами аэробики. Функциональная аэробика. Использование спортивного инвентаря. Оздоровительная система Пилатес. Дыхательная гимнастика. Кардио-респираторная выносливость. Упражнения, способствующие общей выносливости организма. Степ-аэробика. Развитие пространственно-координационных способностей. Классическая и танцевальная аэробика.
Раздел 3	Организации и проведения спортивных соревнований по танцевальной аэробике в вузе. спорту. Подготовка и участие в соревнованиях, выполнение нормативов по составлению комплексов упражнений и простейших композиций оздоровительных направлений. Дневник самоконтроля.
ГСС фитнес-аэробика	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий по фитнес-аэробике. Укрепление здоровья, совершенствование специальных физических качеств, техническая и специальная физическая подготовка. Развитие приоритетных физических качеств, аэробных возможностей организма, повышение мастерства занимающихся. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся горнолыжным спортом.
Раздел 2	Повышение уровня общего физического развития и

	укрепления здоровья, повышение общей и функциональной физической подготовки, специальных физических качеств, совершенствование техники и тактики, формирование мобилизационной готовности у занимающихся.
Раздел 3	Организации и проведения спортивных соревнований по фитнес-аэробике. Подготовку и участие в соревнованиях, выполнение нормативов и судейство соревнований. Подготовка места для соревнований. Распределение на составы команд по дисциплинам вида спорта. Окончание соревнований и определение результатов. Фитбеки и самоанализ.
Оздоровительное плавание	
Раздел 1	Плавание, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место в оздоровительном занятии, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся оздоровительным плаванием. Определение исходного уровня тренированности методом функциональных проб. Основные термины и понятия плавания. Основные средства начального обучения плаванию. Имитационные упражнения на суше, подготовительные упражнения для освоения с водной средой (упражнения для ознакомления с плотностью и сопротивлением воды, передвижения, упражнения на погружение под воду и открывание глаз в воде, всплывания и лежания, упражнения на освоение основ дыхания в воде, упражнения на скольжение, элементарные движения руками и ногами в скольжении, плавание облегченными и неспортивными способами).
Раздел 2	Техника плавания способом кроль на груди: общая характеристика способа, положение и движения тела и головы пловца, движения руками в согласовании с дыханием, движения ногами в согласовании с дыханием, общее согласование движений. Методика обучения. Техника плавания способом брасс: общая характеристика способа, положение и движения тела и головы пловца, движения руками в согласовании с дыханием, движения ногами в согласовании с дыханием, общее согласование движений. Методика обучения. Общая характеристика поворотов в спортивном плавании. Правила и техника выполнения старта из воды. Методика обучения.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта плавание. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по плаванию

	Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия плаванием (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений для сухого плавания, и комплексов на воде. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).
ГСС плавание	
Раздел 1	Совершенствование техники стилей и выполнения специальных технических упражнений, направленной на развитие физических качеств с использованием и без использования спортивного инвентаря. Функциональные пробы для определения физической подготовленности.
Раздел 2	Различные виды проведения занятий по подготовке к соревнованиям по плаванию. Дыхательные практики, рациональное питание, режим тренировок и отдыха.
Раздел 3	Система проведения соревнований по плаванию. Система судейства спортивных соревнований. Соревнования регионального и всероссийского уровня (участие обучающихся).
Функциональное многоборье	
Раздел 1	Использование различных методов проведения тренировочного процесса в структуре занятий по функциональному многоборью. Обучение технике выполнения упражнений с максимально возможной скоростью без ущерба технике в подготовке к соревнованиям. Контрольные функциональные пробы для оценки физической формы.
Раздел 2	Обучение навыкам работы с собственным телом, влияние определенных видов нагрузок на человеческий организм и процессы адаптации, системы восстановления организма после тренировочной и соревновательной нагрузки. Основы нутрициологии.
Раздел 3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями.
ГСС Функциональное многоборье	
Раздел 1	Обучение технике выполнения упражнений, направленной на развитие физических качеств с использованием и без использования спортивного инвентаря. Функциональные пробы для определения физической подготовленности.
Раздел 2	Различные виды проведения занятий в функциональном многоборье. Обучение основам паркура и воздушно-силовой атлетики для

	преодоления препятствий, изучение и развитие специфических видов хвата. Основы рационального питания.
Раздел 3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями. Соревнования между обучающимися.
Борьба (самбо, дзюдо)	
Раздел 1	Основные правила страховки и само страховки и техника безопасности. Правила само страховки при падении на спину, бок, грудь. Техника выполнения специальных упражнений самбистов и дзюдоистов: «борцовского моста переднего и заднего», «забеганий», переходов из «переднего борцовского моста» на «задний борцовский мост» и обратно. Основные средства и методы развития специальных физических качеств борца: силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости. Основы акробатики.
Раздел 2	Изучение видов захватов, приемов выведения из равновесия. Изучение удержаний (сбоку, поперек, сверху, со стороны головы, со стороны ног). Изучение вариантов ухода от удержаний. Изучение переворотов в партере и их основные виды. Техника переворотов в партере и переходов на удержания. Изучение базовых болевых приёмов на руки, понятие, виды характеристика (рычаги локтя, рычаги плеча, узлы плеча). Болевые приёмы на ноги, понятие, виды, характеристика (рычаги колена, рычаги бедра, узлы бедра, ущемления ахиллова сухожилия и икроножной мышцы). Благоприятные ситуации для проведения болевых приемов, способы защиты, техника выполнения. Изучение базовой бросковой техники (броски туловищем, броски ногами, броски руками). Изучение техники удушающих приемов в дзюдо.
Раздел 3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися.
ГСС борьба (самбо, дзюдо)	
Раздел 1	Специальная физическая подготовка борцов. Методика проведения тренировки для развития специальных навыков борцов на развитие физических качеств. Индивидуальная техника борьбы в партере и стойке. Корректировка техники. Обучение методике ведения энергосберегающей схватки. Акробатика в системе проведения тренировок по самбо и дзюдо.
	Совершенствование индивидуальной техники, комбинации приемов борцовской техники в стойке

Раздел 2	и партере. Варианты выходов на удержания и уходов от удержаний (сбоку, поперек, сверху, со стороны головы, со стороны ног). Изучение переворотов в партере и их основные виды. Техника переворотов в партере. Комбинации болевых приёмов на руки, понятие, виды характеристика (рычаги локтя, рычаги плеча, узлы плеча). Комбинации болевые приёмы на ноги, понятие, виды, характеристика (рычаги колена, рычаги бедра, узлы бедра, ущемления ахиллова сухожилия и икроножной мышцы). Благоприятные ситуации для проведения болевых приемов, способы защиты, техника выполнения. Комбинации бросковой техники (броски туловищем, броски ногами, броски руками). Специфические удушающие приемы в дзюдо. Система оценки бросков в самбо и дзюдо.
Раздел 3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися. Запрещенные действия при ведении соревновательных схваток в самбо и дзюдо
Скандинавская ходьба	
Раздел 1	История развития скандинавской ходьбы. Международная федерация скандинавской ходьбы. Российская федерация северной ходьбы. Обучение подбору палок для скандинавской ходьбы под занимающегося. Рассмотрение различных видов палок, обучение обращению с палками различных видов. Отличие палок для скандинавской ходьбы от лыжных палок. Оздоровительно-рекреативное значение скандинавской ходьбы.
Раздел 2	Обучение правильной технике скандинавской ходьбы: -положение палки относительно тела -работа рук, положение палки в руке -работа ног -темп ходьбы -постановка стопы -осанка -величина размаха руками -техника дыхания Обучение технике ходьбы в гору. Обучение технике спусков. Обучение технике ходьбы с высоким темпом. Обучение использованию мобильных устройств для отслеживания показателей тренировок и контроля маршрута. Обучение прохождения техничных участков трассы. Обучение использованию палок на различных поверхностях.

	Обучение работе с использованием утяжелителей, корректировка техники ходьбы с учетом использования утяжелителей.
Раздел 3	Правила проведения соревнований по скандинавской ходьбе. Правила вида спорта скандинавская ходьба на различных дистанциях. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.
ГСС спортивная борьба панкратион	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в панкратионе. Совершенствование ударной и борцовской техник. Специальные упражнения для развития физических качеств бойца смешанного стиля. Корректировка техники защиты, развитие атак с дальнейшим переходом в борьбу. Индивидуальная техника. Обучение навыкам ведения борьбы по правилам традиционного и классического панкратиона, запрещенные действия.
Раздел 2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки борцов в панкратионе. Энергосберегающее ведение схваток в стойке и партере. Кардиотренировка в подготовке бойцов смешанного стиля. Упражнения специальной подготовки для борцов в панкратионе. Комбинация ударной и борцовской техник. Развитие борцовской схватки, доведение до болевого или удушающего приема. Тактика защиты в СБЕ ММА при добиваниях соперника в маунте. Выходы на доминирующие позиции, удержание занятых позиций.
Раздел 3	Правила судейства панкратиона классического и традиционного, проведение соревнований по спортивной борьбе панкратион, СБЕ ММА. Соревнования между занимающимися. Рестарт-позиции в соревнованиях по панкратиону.
ГСС бразильское джиу-джитсу, бжж	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в борьбе. Роллинг как ведение тренировочного процесса в бразильском джиу-джитсу и бжж, совершенствование техники. Умение вести несколько длительных схваток с различными соперниками. Виды захватов в ги и ноуги. Осанка в борьбе.
Раздел 2	Изучение работы в партере (инверт, черепаха). Углубленное болевых и удушающих приемов. Развитие тейкдаунов. Ограничения по выполнению сабмишинов в зависимости от поясов и правил соревнований. Изучение вариантов частных

	ситуаций открытого гарда. Атакующие действия снизу, атакующие действия сверху.
Раздел 3	Правила судейства в бразильском джиу-джитсу и грепплинге, правила соревнований в формате «до сдачи (submission only)», проведение соревнований по бжж. Проведение соревнований среди обучающихся. Аттестация на пояса.
	Скалолазание
Раздел 1	Структура занятий. Правила и техника безопасности на тренировках Снаряжение скалолаза. Морально-волевые качества спортсмена Гигиена, режим, питание спортсмена Ознакомительные занятия с оборудованием. Личное снаряжение: обувь, страховочная система (обвязка), мешочек для магнезии, каска. Групповое снаряжение: веревки, оттяжки, зажимы, тормозные устройства.
Раздел 2	Укрепление здоровья и физическое развитие спортсменов, развитие необходимых скалолазу двигательных качеств: гибкости, ловкости, силы, умения координировать движения, равновесия; - приобретение физических и волевых качеств, необходимых для занятий скалолазанием. Приобретение соревновательного опыта и выполнение контрольных и разрядных нормативов.
Раздел 3	Соревнования между факультетами внутри вуза. Соревнования на трудность: - лазание с нижней или верхней страховкой, «Болдеринг» - серия коротких трудных трасс, Соревнования на скорость с верхней страховкой: а/ индивидуальное лазание по эталонной или произвольной трассе, б/ парная гонка по эталонной или произвольной трассе. Соревнования на трудность и скорость могут проходить на открытых и закрытых трассах.
ГСС скалолазание	
Раздел 1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенное наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. Предупреждение опасных и вредных факторов, которые могут встречаться в скалолазании. Упражнения для предупреждения травм: растяжка ключевых мышц, техника спрыгиваний, уход в кувырок, перекаты и т.д. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с

	энергетическими затратами. Психофизиологическая нагрузка в сочетании с учебным процессом.
Раздел 2	Тесты для оценки физических качеств и уровня физической готовности. Измерение и оценка различных показателей, занимающихся на скалолазании для оценки эффективности занятий. Лазание по трассе с вертикальными участками, участками с нависанием до максимума. Энергосберегающее лазание. Упражнения на развитие гибкости. Совершенствования технических приёмов. Уменьшение размера зацепок на пройденных маршрутах.
Раздел 3	Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью. Организация спортивных мероприятий. Разбор ошибок и техники по результатам соревнований. Рассмотрение допущенных ошибок в технике, прохождение соревновательных трасс.
ГСС спортивный туризм	
Раздел 1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенное наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. Предупреждение опасных и вредных факторов, которые могут встречаться в скалолазании. Повторение техники безопасности и ключевые моменты на занятиях по спортивному туризму при работе с верёвками, при работе на скалодроме, при работе на местности. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами. Психофизиологическая нагрузка в сочетании с учебным процессом.
Раздел 2	Беговые тренировки с отягощением для развития выносливости. Отработка техники движение на беговых лыжах: -коньковый ход -классический ход -прохождение подъемов -прохождение спусков -прохождение поворотов Лыжные тренировки с отягощением. Отработка преодоления вертикальных этапов лично и в команде с организацией перил и страховки. Отработка приёмов транспортировки пострадавшего на вертикали. Отработка наведения этапов на местности.

	Отработка техники прохождения скалолазных трасс с нижней командной страховкой. Отработка походных навыков.
Раздел 3	Правила вида спорта спортивный туризм на различных дистанциях. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.
Бальные танцы	
Раздел 1	Базовые элементы и движения танцев. Техника работы стопы, подъема и снижения корпуса, степеней поворотов, положений в паре. Основы ведения в паре. Методика составления учебных вариаций танцев.
Раздел 2	Характеристика основного ритма, счета, музыкального размера танцев европейской и латиноамериканской программ. Понятия ритмичность и музыкальность в бальных танцах.
Раздел 3	Виды и формы соревнований в танцевальном спорте. Простейшие соревновательные композиции. Костюм европейской и латиноамериканской программы по возрастным группам. Основы правил соревнований.
ГСС Бальные танцы	
Раздел 1	Характерные особенности, стиль и манера исполнения европейских и латиноамериканских танцев. Основные элементы и движения танцев. Техника работы стопы, подъема и снижения корпуса, степеней поворотов, положений в паре. Основы ведения в паре. Методика сочинения учебных и конкурсных вариаций танцев.
Раздел 2	Характеристика основного ритма, счета, музыкального размера танцев европейской и латиноамериканской программ. Понятия ритмичность и музыкальность как критерии судейства на спортивных соревнованиях.
Раздел 3	Виды и формы соревнований в танцевальном спорте. Характеристика соответствия произвольной программы с классификационными требованиями для всех танцевальных классов. Костюм европейской и латиноамериканской программы по возрастным группам. Система подсчета баллов и мест «Скейтинг».
Мини-футбол	
Раздел 1	Мини-футбол, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место занятия мини-футбола, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся мин-футболом. Определение исходного уровня тренированности

	студентов методом функциональных проб. Основные термины и понятия мини-футбола. Основные средства обучения мини-футбола. Технические элементы с мячом, подготовительные упражнения для освоения техническими приёмами в мини-футболе (дриблинг, «финты», отбор мяча, жонглирование мяча. Основы техники перемещений без мяча, ведения мяча, остановки и передачи мяча, ударов по мячу). Способы приема мяча, передачи мяча, ведения мяча. Удары по мячу различными способами из различных положений.
Раздел 2	Изучение, овладение основными приёмами техники футбола: короткий пас, пас на дальнее расстояние. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами техники футбола: ввод мяча со стандартных положений, удары по воротам, отбор мяча у противника. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами техники футбола: перемещение с мячом, без мяча, приём мяча. Методика обучения. Изучение техники и тактики игры. Методика обучения. Изучение, овладение навыков игры в мини-футбол. Методика обучения. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в обороне. Методика обучения. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в нападение. Методика обучения. Обучение и совершенствование тактики игры вратаря. Методика обучения. Изучение, овладение техники игры в мини-футбол в игровом процессе. Самостоятельные занятия по мини-футболу (методика и составления самостоятельных комплексов упражнений для занятий мини-футбола. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по мини-футболу. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по мини-футболу. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Популяризации мини-футбол в студенческой среде. Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.

ГСС мини-футбол	
Раздел 1	Совершенствования технику, методику техническим элементам игры в мини-футбол. Совершенствования технику передвижений (бег, прыжки, остановки, повороты). Совершенствования удары по мячу ногой (удар внутренней стороной стопы, удар внутренней частью подъема, удар средней частью подъема, удар внешней частью подъема, удар носком, удар пяткой, удары по неподвижному мячу, удары по катящемуся мячу, удары по летящему мячу, удар с поворотом, удар с полукруга, удар по мячу головой, удар с середины лба, удар боковой частью лба). Совершенствования технику остановка мяча (ногой, подошвой, подъемом, бедром, с переводом, внутренней частью подъема, внешней частью подъема, грудью, головой). Совершенствования технику введение мяча (средней частью подъема, внутренней стороной стопы, внешней частью подъема, носком). Обманные движения (финты).
Раздел 2	Углубленное изучение официальной правила игры мини-футбола. Совершенствование тактических приемов в игре мини-футбол. Совершенствование тактики игры, тактические действия в защите. Тактические действия в нападении. Двусторонняя игра Присоединение игроков поддержки, прикрытие мяча, выбор продолжения атаки. Совершенствование групповой тактики, ее понятие и содержание. Групповые задачи командной игры. Тактика игры вратаря: выбор места, взаимодействие с партнерами.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий: Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Выставочные матчи Учебно-тренировочные мероприятия. Организация спортивных мероприятий. Функции спортивных соревнований. Повышение спортивного мастерства и подготовки спортивного резерва в составы сб РХТУ. Популяризации мини-футбол в студенческой среде. Предоставления спортсменам игровой практики. Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.

Дартс	
Раздел 1	Игра дартс, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место занятия игры дартс, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся игрой дартс. Определение исходного уровня тренированности студентов методом функциональных проб. Основные термины и понятия игры дартс. Основные средства обучения игры дартс. Технические элементы с дротиком, подготовительные упражнения для освоения техническими приёмами в игре дартс (элементы техники дартс, виды позиций для броска, хватка дротика, работа руки при броске, значение однообразия действий, самопроверка. ошибки, допускаемые при броске). Основные этапы броска дротика; концентрация, моргание, визуализация, прицеливания, бросок
Раздел 2	Изучение, овладение основными приёмами техники броска дротика в мишень. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами игры «501». Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами игры «большой раунд». Методика обучения. Изучение техники и тактики игры дартс. Методика обучения. Изучение, овладение навыков игры в игру дартс. Методика обучения. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в игре дартс.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований спортивной игры дартс. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по игре дартс. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Популяризации игры дартс в студенческой среде. Предоставления спортсменам игровой практики; Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.
Регби	
Раздел 1	Регби как система воспитания. Основы регби. Развитие физических качеств необходимых игроку в регби. Знакомство с различными видами регби. Регби -15, регби-7, регби пляжное, снежное регби. .

	Понятие открытой и фазовой игры. Методика развития физических качеств: использование веса собственного тела, с партнёром (во взаимном сопротивлении), со свободными весами. Техника безопасности при проведении занятий. Формирование способности использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. Методы самоконтроля.
Раздел 2	Техника безопасности при проведении занятий на спортивных объектах. Разминка как способ борьбы с травматизмом. Освоение техники паса и приема передач на месте и в движении. Беговые упражнения с мячом. Ловля высокого мяча. Захват/ контакт. Правила безопасного поведения/падения при захвате. Специальная разминка для подготовки к контактной работе (плечевой пояс, мышцы шеи, суставная разминка) Боковой захват, подавляющий захват, захват сзади, блокирующий захват, вывод мяча из зоны контакта. Подбор мяча, пас с земли, скрытый пас, пас из захвата. Игра ногой. Удар с рук. Удар с отскока. Удар с земли
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта регби. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы и цели проведения соревнований по регби. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия по подготовке регбиста в межсезонье (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений для атлетической, беговой и технической подготовке)
ГСС регби.	
Раздел 1	Основы спортивной подготовки. Совершенствование технических навыков регбиста. Психологическая подготовка регбиста Атлетическая подготовка, включающая в себя: - Воспитание общей выносливости - Воспитание гибкости - Воспитание ловкости и развитие координации. Скоростно-силовая подготовка Силовая подготовка Совершенствование беговых техник в тренировочных условиях и в условиях матча. Дальнейшее совершенствование фазовой и открытой игры. Рак, Мол, Коридор. Тактико-техническая подготовка. Совершенствование игры в защите и в нападении. Методы сохранения пространства

Раздел 2	Углубленное изучение правил. Тренировка на выносливость. Тест Купера - 12 мин Bleer (бег, 1 мин) Расстояние 20 м между маркерами. Задача пробежать мах количество отрезков за 1 мин. Совершенствование игры ногой. Удар из-под схватки. Удар с линии 22 м. Дроп-Гол. Удар по воротам. Штрафной удар. Отработка дальних ударов (т.н. «удар 50-22»). «Удар под набегание» "Ирландский квадрат" - игроки движутся трусцой по сторонам квадрата 30х30м. В вершинах квадрата выполняются упражнения (отжимания, приседания, прыжки в группировке, работа с отягощениями и т.п.) 5 циклов, отдых 1 мин. Игра в защите. Отбор мяча в захвате, Передний, боковой, задний. Игра в защите. Передача мяча в момент захвата (за спиной защитника). Передача мяча в захвате (пас после падения). Подбор мяча поддержкой и продолжение атаки. Действия игрока с мячом на земле. Контроль мяча и выкладывание в процессе давления. Постановочная игра «Пас через землю». Совершенствование тактических приемов в игре регби. Присоединение игроков поддержки, прикрытие мяча, выбор продолжения атаки. Формирование коридора, синхронность перестроений, вбрасывание, прыжок, ловля, отыгрыш мяча.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий: Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Выставочные матчи Учебно-тренировочные мероприятия. Организация спортивных мероприятий. Функции спортивных соревнований. Повышение спортивного мастерства и подготовки спортивного резерва в составы сборных команд России и Москвы; Популяризации регби в студенческой среде; Предоставления спортсменам игровой практики; Профилактики преступности, наркомании и алкоголизма среди студентов; Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Системы проведения спортивных соревнований.
Атлетическая гимнастика	
Раздел 1	Требования техники безопасности на занятиях. Основные принципы построения тренировки Биомеханические закономерности движений. ОРУ (общеразвивающие упражнения), упражнения на перекладине и брусках, ходьба и бег на беговой дорожке.

	дорожке, упражнения на растяжку. Система постепенного увеличения отягощений. Виды отягощений, подбор рабочего веса отягощения. Принцип «пирамиды». Анализ собственного результата. Выполнение упражнений с повышением нагрузки, запись выполненного упражнения в дневник тренировок.
Раздел 2	Система построения круговой тренировки. Понятие круговой тренировки. Выбор упражнений. Использование круговой тренировки в тренировочном цикле. Выполнение упражнений в круговом цикле.
Раздел 3	Система предельных отягощений. Расчет предельного отягощения. Функциональные ограничения на выполнение предельных отягощений. Подготовка организма к выполнению упражнения с максимальной нагрузкой. Обеспечение страховки и самостраховки. Правила и система соревнований.
ГСС Армреслинг	
Раздел 1	Правила поведения и техника безопасности на занятиях армреслингом Профилактика травматизма на занятиях. Меры предосторожности при поднятии тяжестей История развития силовых видов спорта (гиревой спорт, пауэрлифтинг, культуризм, атлетизм) Мышечная работа. Биологические процессы, протекающие в организме при занятиях силовыми видами спорта. Профилактика простудных заболеваний, способы закаливания организма.
Раздел 2	Врачебный контроль, самоконтроль. Влияние витаминов и пищевых добавок на организм обучающихся. Психологическая подготовка. Правила соревнований. Их организация и проведение
Раздел 3	Индивидуальный подбор веса отягощений при работе в тренажерном зале, в соответствии с уровнем развития физических качеств Подбор комплекса упражнений для развития определенных групп мышц Подбор комплекса упражнений на расслабление и растяжку мышечных групп Методика построения и проведения тренировочных занятий.
ГСС горные лыжи	
Раздел 1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий горнолыжный спорт. Укрепление здоровья, совершенствование специальных физических качеств, совершенствование техники и тактики, развитие силовых качеств, аэробных возможностей

	организма, повышение мастерства занимающихся. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся горнолыжным спортом.
Раздел 2	Повышение уровня общего физического развития и укрепления здоровья, повышение общей и функциональной физической подготовки, специальных физических качеств, совершенствование техники и тактики, формирование мобилизационной готовности у занимающихся.
Раздел 3	Организации и проведения спортивных соревнований по горнолыжному спорту. Подготовку и участие в соревнованиях, выполнение нормативов по горнолыжному спорту. Подготовка места для соревнований. Подготовка экипировки и инвентаря. Распределение на команды. Окончание соревнований и определение результатов. Дневник самоконтроля.
Настольный теннис	
Раздел 1	Правила настольного тенниса и основной инвентарь. Влияние технологических новшеств в развитии настольного тенниса. Поддачи и основные виды ударов настольном теннисе. Удары с верхним вращением мяча, удары с нижним вращением, плоские удары (без вращения). Прием подач соперника. Техника работы ног в настольном теннисе. - Выбор ракетки и способы держания. - Удары по мячу. - Игра в ближней и дальней зонах. - Вращение мяча. - Основные положения теннисиста. Исходные положения, выбор места. - Способы перемещения. Шаги, прыжки, выпады, броски. Одношажные и двушажные перемещения. - Подача (четыре группы подач: верхняя, боковая, нижняя и со смешанным вращением). Подача накатом, удары слева, справа, - Удары: накатом по короткому мячу, крученая «свеча» в броске. - Применение подач с учетом атакующего и защищающего соперника. - Упражнения с мячом и ракеткой. - Вращение мяча в разных направлениях. - Тренировка двигательных реакций. Передвижения у стола (скрестные и приставные шаги, выпады вперед, назад и в стороны). - Тренировка удара: накатом у стенки, удары на точность. Игра у стола. Игровые комбинации

Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в настольный теннис. Приемы игровых техник. Базовые упражнения технической подготовки игровых видов спорта. Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения).
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта настольный теннис. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
ГСС настольный теннис	
Раздел 1	История волейбола. Характеристика волейбола как учебного предмета и вида спорта. Совершенствование техники перемещений. Методика обучения техническим элементам в настольном теннисе. Методика обучения вращения мяча. Методика обучения тактическим действиям в защите. Двусторонняя игра. Стойка теннисиста Сочетание перемещений и технических приемов. Совершенствование техники выполнения ударов с вращением и без вращения мяча. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Выбор ракетки и способы держания. - Удары по мячу. - Игра в ближней и дальней зонах. - Вращение мяча. - Основные положения теннисиста. Исходные положения, выбор места. - Способы перемещения. Шаги, прыжки, выпады, броски. Одношажные и двушажные перемещения. - Подача (четыре группы подач: верхняя, боковая, нижняя и со смешанным вращением). Подачи: короткие и длинные. Подача накатом, удары слева, справа, контрнакат (с поступательным вращением). - Удары: накатом с подрезанного мяча, накатом по короткому мячу, крученая «свеча» в броске - Основные тактические комбинации. При своей подаче: а) короткая подача; б) длинная подача. При подаче соперника: а) при длинной подаче – накат по

	прямой; б) при короткой подаче, кистевой накат в середину стола. - Применение подач с учетом атакующего и защищающего соперника. - Упражнения с мячом и ракеткой. - Вращение мяча в разных направлениях. - Тренировка двигательных реакций. - Атакующие удары (имитационные упражнения) и в игре. Происхождение и развитие игры. Основные понятия. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни. История народных игр. Роль игры в воспитании подрастающего поколения.
Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в настольный теннис. Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения). Воспитание выносливости (общая выносливость, специальная выносливость. СФП: упражнения специальной подготовки для отработки технических приемов. Основные критерии оценки физических качеств.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта настольный теннис Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по настольному теннису. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия настольным теннисом (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений). Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Подготовка инвентаря. Проведение жеребьевки. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
Волейбол	
Раздел 1	История волейбола. Характеристика волейбола как учебного предмета и вида спорта. Обучение технике перемещений. Методика обучения передачам. Методика обучения подачам. Методика обучения нападающему удару. Методика обучения. Командные тактические действия в защите. Двусторонняя игра. Стойка волейболиста. Сочетание перемещений и технических приемов. Обучение технике выполнения нападающего удара:

	Ударные движения по мячу на месте, затем в прыжке, потом в прыжке после разбега. Техника верхней и нижней передачи в волейболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Происхождение и развитие игры. Основные понятия. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни. История народных игр. Роль игры в воспитании подрастающего поколения. Техника подачи стоя и в прыжке в волейболе. Тактика защиты и нападения в волейболе. Освоение техники приемов игры в волейбол. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Закрепление и совершенствование стойки волейболиста.
Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в волейбол. Приемы игровых техник. Базовые упражнения технической подготовки игровых видов спорта. Воспитание силы – разучивание и отработка упражнений в сопротивлении, работа с отягощением веса собственного веса и т.д.) Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения). Воспитание выносливости (общая выносливость, специальная выносливость.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта волейбол. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
ГСС волейбол	
Раздел 1	История волейбола. Характеристика волейбола как учебного предмета и вида спорта. Совершенствование техники перемещений. Методика обучения передачам. Методика обучения подачам. Методика обучения нападающему удару. Командные тактические действия в нападении с изменением позиций игроков. Блокирование (одиночный и двойной блок). Индивидуальные тактические действия в нападении через игрока передней и задней линии. Методика обучения. Командные тактические действия в защите. Двусторонняя игра. Стойка волейболиста.

	Сочетание перемещений и технических приемов. Совершенствование техники выполнения нападающего удара: Ударные движения по мячу на месте, затем в прыжке, потом в прыжке после разбега. Техника верхней и нижней передачи в волейболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Происхождение и развитие игры. Основные понятия. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни. История народных игр. Роль игры в воспитании подрастающего поколения. Техника подачи стоя и в прыжке в волейболе. Тактика защиты и нападения в волейболе. Совершенствование техники приемов игры в волейбол. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Закрепление и совершенствование стойки волейболиста.
Раздел 2	Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д. Воспитание ловкости средствами обучения игре в волейбол. Приемы игровых техник. Базовые упражнения технической подготовки игровых видов спорта. Воспитание силы – разучивание и отработка упражнений в сопротивлении, работа с отягощением веса собственного веса и т.д.) Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения). Воспитание выносливости (общая выносливость, специальная выносливость. СФП: упражнения специальной подготовки для отработки передач, подач, нападающих ударов, блокирования. Основные критерии оценки физических качеств.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта волейбол. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по волейболу. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Самостоятельные занятия волейболом (методика проведения и составления самостоятельных комплексов упражнений. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Подготовка места для игры. Подготовка инвентаря. Распределение на команды. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля.
ГСС лыжные гонки	

Раздел 1	Лыжи, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место в оздоровительном занятии, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся лыжным спортом. Ознакомление с основными понятиями общей выносливости: бег, сила, гибкость, ловкость, выносливость.
Раздел 2	Закрепление упражнений для начального освоения с лыжами и снегом, строевые упражнения с лыжами и на лыжах. Закрепление техники скользящего шага, его периоды и фазы. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Закрепление техники попеременного двухшажного классического хода. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Ходьба на льду в колонне и шеренге на коньках. Техника двухопорного скольжения на коньках. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Анализ техники одновременно бесшажного и одновременно одношажного классических ходов. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Анализ техники спусков – низкая, средняя, высокая стойки. Преодоление неровностей склона. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника скольжения на одном коньке. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Анализ техники подъемов – лесенкой, полувелочкой, елочкой, ступающим и скользящим шагом. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Анализ техники торможения – полуплугом, плугом, упором, боковым соскальзыванием, палками, падением. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника поворотов налево и направо без отрыва ног ото льда на коньках. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Анализ техники поворотов в движении – переступанием, плугом, полуплугом, на параллельных лыжах. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Анализ техники коньковых ходов. Сравнительная характеристика попеременных и одновременных ходов. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника торможения «полуплугом» и «плугом» на коньках. Техника скольжения спиной вперед на коньках. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля. Способы

	перехода с хода на ход. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта лыжные гонки. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по лыжным гонкам. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Выбор способов передвижения на лыжах в зависимости от условий скольжения, рельефа местности, характера опоры, обстановки соревнования, индивидуальных особенностей.
Баскетбол	
Раздел 1	Стойка баскетболиста. Техника держания мяча, бросков с места двумя руками от груди в баскетболе. Техника бега боком вперед и спиной вперед в баскетболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Происхождение и развитие игры. Основные понятия.
Раздел 2	Тактика игры. Освоение техники приемов игры в баскетбол. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника ведения мяча на месте и в движении в баскетболе. Техника бросков по кольцу с места и ведения мяча в баскетболе. Тактика защиты и нападения в баскетболе. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления.
Раздел 3	Правила проведения подвижных игр. Правила игры в баскетбол. Техника безопасности при проведении подвижных игр. Подготовка и проведение игры. Выбор игры. Подготовка места для игры. Подготовка инвентаря. Распределение на команды. Окончание игры и определение результатов. Дневник самоконтроля. Закрепление и совершенствование стойки баскетболиста. Роль игры в подготовке к будущей трудовой и социальной жизни.
Шашки	
Раздел 1	- Основные стадии партии: начало (дебют), середина (миттельшпиль), окончание (эндшпиль). - Значение начала (дебют) в русских шашках. - Преимущество центральных шашек перед бортовыми. - Изолированные шашки. Фланги. Недопустимость

	заметного ослабления одного из них.
Раздел 2	- Значение ударных колонн. Шашки первого ряда, их связь с укреплением и ослаблением позиций. - Порядок введение шашек в игру. «Золотая» шашка. - Определение комбинации. Финальные удары. Простейшие элементы комбинации: устранение «мешающих» шашек и «доставка» недостающих, подрыв слабых полей. - Нормальные окончания. Петля. Двойная петля.
Раздел 3	Четыре дамки против одной. Три дамки против одной. - Понятия: размен, выигрыш темпа, оппозиция, скользящий размен, запираение, распутье. Примеры: самоограничение, отбрасывание. Три дамки против дамки и простой.
Шахматы	
Раздел 1,2,3	История развития шахмат. Современное состояние шахмат. Шахматы как олимпийский вид спорта. Роль шахмат в интеллектуальном развитии молодого поколения. Влияние шахмат на развитие памяти и аналитических способностей студентов бакалавриата. Понятия дебютов, миттельшпиля и эндшпиля в шахматной партии. Шахматы как средство улучшения усидчивости и упорства в достижении поставленных целей для студентов.
	- Шахматная доска, белые и черные поля, горизонталь, вертикаль, диагональ, центр. - Шахматные фигуры. - Общие представления. - Начальная расстановка фигур. - Шахматная партия. - Как начинать шахматную партию. - Ходы, взятие фигур. - Игра на уничтожение. Шах. - Длинная и короткая рокировка, шах, мат, пат, ничья.
Окинава кэмпо каратэ	
Раздел 1	Каратэ, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место в оздоровительном занятии, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся каратэ.

	Определение исходного уровня тренированности методом функциональных проб. Основные термины и понятия каратэ. Основные средства начального обучения каратэ. Базовые техники (кихон). Имитационные упражнения ударов, подготовительные упражнения для освоения моторики и траектории ударов и защитных действий (упражнения на развитие необходимой мускулатуры, передвижения с ударами, упражнения на сопротивление для укрепления блоков, упражнения на нахождение сильного положения тела при атаке и защите).
Раздел 2	Техника перемещения в стойках: общая характеристика способа, положение голени и <u>ступней</u> ног, расстояние между ними, положение головы, <u>спины</u>, груди, ягодиц, бёдер и коленей, расположение и поза рук, распределение веса тела, размещение и перемещение центра тяжести. Методика обучения. Техника нанесения ударов рукам и ногами: общая характеристика способов, положение головы, тела, рук и ног, движения руками и ногами в согласовании с дыханием, общее согласование движений. Методика обучения. Комплексы формальных упражнений (ката): специальные способы перемещения с ударами и блоками, скоординированность движений частей тела, правильное дыхание, ощущение нахождения тела в пространстве, концентрация и внимание. Методика обучения.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований по виду спорта каратэ. Организация и функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований по каратэ. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Самостоятельные занятия каратэ. Методика проведения и составления самостоятельных программ для воспитания необходимых для каратиста физических качеств. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная). Основные средства и методы развития общих физических качеств каратиста: силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости.
ГСС окинава кэмпо каратэ	
Раздел 1	Страховка и самостраховка на занятиях каратэ. Основные правила страховки. Правила самостраховки при падении на спину, бок, грудь. Перекаты лицом, спиной, боком, через партнёра. Выведение из равновесия как подготовительное действие для броска. Применение центробежной силы при выполнении броска и применение её в ударах руками и ногами. Взаимосвязь между

	бросковой и ударными техниками.
Раздел 2	Виды защитных действий и контрприемов в стойке и партере. Основные средства и методы развития специальных физических качеств каратиста: силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости. Тренировка формальных комплексов (ката). Основные технические и тактические действия при тренировке ката: точная последовательность движений, выкрик (кимэ) в необходимых местах, уверенность в движениях, сила (мощь), сильное зажимание кулаков, осанка, правильность стоек, ориентирование в пространстве, удержание и перемещение центра тяжести в блоках и ударах, присутствие центробежной силы в блоках и ударах.
Раздел 3	Тренировочные и спортивные поединки. Техника и тактика, воспитание специальной выносливости, волевых качеств, силы ударов, сильной стойки и защитных действий, развитие комбинаторики движений, тактика ведение спортивного и тренировочного поединка в стойке и в партере. Отработка технических действий самообороны в ситуациях противостояния одному или нескольким противникам без применения подручных средств. Умение выходить из конфликта без ущерба для себя и окружающих. Психологические аспекты конфликтных ситуаций и способы их решения без поединка.
Бадминтон	
Раздел 1	Бадминтон, как средство физической подготовки студентов. Задачи, место, особенности организации обучающихся. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся. Определение исходного уровня тренированности студентов методом функциональных проб и тестов. Основные средства обучения игры в бадминтон. Технические элементы работы с воланом, подготовительные упражнения для освоения техническими приёмами (элементы техники бадминтона, виды позиций для удара, хватка ракетки, работа руки при ударе, значение однообразия действий, самопроверка. ошибки, допускаемые при ударе).
Раздел 2	Изучение, овладение основными приёмами техники подачи и передачи. Методика обучения. Изучение, овладение основными приёмами игры в бадминтон. Обучения и совершенствование индивидуальных и групповых действий в бадминтоне.
Раздел 3	Характеристика спортивных соревнований спортивной игры в бадминтон. Спортивные соревнования, проводимые по утвержденным правилам. Организация и функции спортивных

	соревнований. Принципы проведения соревнований. Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Студенческие соревнования.
ГСС легкая атлетика	
Раздел 1	Основные виды легкой атлетики. Спортивная ходьба. Разновидности бега. Кроссовый бег. Бег по дистанции. Финиш. Специальные подводящие упражнения. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Техника высокого и низкого старта. Стартовый разгон. Техника бега на короткие дистанции. Бег по дистанции. Финиш. Специальные подводящие упражнения. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Нормативы по физической подготовленности. Бег 60 м, бег 100 м., 400 м. Кросс – 3 км. Дневник самоконтроля.
Раздел 2	Разновидности прыжков. Виды метаний. Прыжок в длину с места. Техника прыжков с разбега. Техника легкоатлетических метаний. Специальные подводящие упражнения. Контрольные нормативы по физической подготовленности, Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Нормативы по физической подготовленности. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами, прыжок в длину с разбега. Типичные ошибки, их предупреждение и способы их предупреждения. Дневник самоконтроля.
Раздел 3	Закрепление и совершенствование техники ходьбы и бега. Легкоатлетические многоборья. Специальные подводящие упражнения. Техника бега на средние дистанции. Бег по дистанции. Финиш. Специальные подводящие упражнения. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Нормативы по физической подготовленности: Бег на дистанции. Типичные ошибки, их предупреждение и способы исправления. Дневник самоконтроля.
	ГСС бильярд
Раздел 1	Правила поведения в спортивном зале. Техника безопасности на тренировках. Страховка и самостраховка на тренировках. Инструктаж по технике безопасности и поведению при чрезвычайных ситуациях. Рабочее место, устройство инвентаря, необходимого для игры в бильярд. Тема 5 Общие правила игры в бильярд. Удар по битку. Выполнение удара. Розыгрыш

	начального удара. Расстановка шаров. Практика: отработка упражнений. - постановка стойки - удары по битку без прицельного шара - правильность выполнения последовательности ударно-маховых движений - "откол" шаров от пирамиды - игра с другой (неудобной) руки - основы игры "чужих" и "своих" шаров - точность прицеливания - прямолинейность и плавность движений - контроль силы удара - "кладка" "пустых" шаров в лузы от борта - игра с "машинкой" - четкий центральный удар по битку - удары с "накатом", "оттяжкой" - пластичность движений руки, развивается сила "бильярдных" мышц.
Раздел 2	Отработка игровой стойки. Отработка ударно-маховых движений. Упражнение на развитие мышц руки. Отработка точности прицеливания. Отработка удара по битку. Отработка "мостов". Отработка контроля силы удара. Отработка плавности и прямолинейности движений. Отработка прицеливания при сыгрывании "чужих" шаров на прямых ударах. Отработка игры неудобной рукой.
Раздел 3	Основные упражнения при игре в бильярд. Отработка основных упражнений (основной уровень) - "кладка" "чужих" шаров на центральном ударе - "кладка" несложных шаров с "отсколом" от пирамиды - "кладка" несложных "чужих" и "своих" при игре от борта - умение выбрать удар среди шаров на столе - умение придать шару боковое вращение - "кладка" "своих" шаров на накатном ударе - умение накатывать на "подставку" - "кладка" несложных неудобных шаров с машинкой - "кладка" "пустых" шаров в лузы от борта - четкость выполнения ударно-маховых движений Основные правила участия в турнирах. Правила поведения.
	ГСС кендо
Раздел 1	Общеразвивающие упражнения: круговые движения головой, туловищем, ногами; маховые движения (преимущественно руками); сгибание и разгибание рук в упоре лёжа (отжимания), подтягивание на высокой перекладине; для мышц брюшного пресса, поднятие туловища, ног на гимнастической скамейке и лестнице с набивными мячами, с сопротивлением партнера и др.
Раздел 2	Строевые упражнения: Аси-сабаки: работа ног, передвижения. Строевые упражнения: Аюми-Аси – нормальный шаг, попеременное перемещение левой и правой стопы. Строевые упражнения: Окури-Аси – скользящий шаг с ведущей правой стопой, Строевые упражнения: Фумикоми-аси (также тобикоми) прыгающий шаг. Беговые упражнения:

	Кири-каэси, основные удары: сначала прямой мэн (шомэн-учи), затем попеременно левые и правые мэн (саюмэн-учи), как вперед, так и назад в движении. Беговые упражнения: Оикоми кейко – интенсивная отработка техники ударов на длинной дистанции.
Раздел 3	Приемы «вадза» Суриагэ-Вадза (техника отбивания ударов вправо или влево). Учебно-тренировочные бои (тактические или технические): Дзи-кйко (свободный спарринг с применением любой техники и тактики). Соревновательная подготовка: Кирикаеси, учикоми кейко, дзи-кейко.
Общая физическая подготовка (ОФП)	
Раздел 1	Основные виды проявления физических способностей. Методика развития физических качеств: использование веса собственного тела, с партнёром (во взаимном сопротивлении), со свободными весами. Техника безопасности при проведении занятий. Комплексы ОРУ в процессе физической подготовки.
Раздел 2	Физические качества человека. Воспитание силы Воспитание быстроты. Воспитание общей выносливости. Воспитание гибкости. Скоростно-силовая подготовка. Силовая подготовка. Воспитание ловкости и развитие координации.
Раздел 3	Методы самоконтроля. Психофизическая готовность студента. Формирование способности использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Адаптивная физическая культура (АФК)	
Раздел 1	Основные и вспомогательные средства адаптивной физической культуры и спорта. Использование различных методов проведения тренировочного процесса в структуре занятий по АФК. Обучение технике выполнения упражнений. Контрольные функциональные пробы для оценки физической формы.
Раздел 2	Двигательная функция и повышение устойчивости организма человека к различным условиям внешней среды. Средства адаптивной физической культуры в повышении функциональных возможностей организма. Физиологическая характеристика

	состояний организма при занятиях физическими упражнениями и спортом. АФК при заболеваниях систем организма. системы Динамика работоспособности обучающегося в учебном году и факторы, ее определяющие.
Раздел 3	Использование инструментов адаптивной физической культуры, как средств профилактики заболеваний и поддержания здорового образа жизни лиц с отклонениями в состоянии здоровья. Адаптивная физическая культура и самовоспитание личности. Комплексы АФК с гимнастическими палками при различных заболеваниях и для различных групп мышц. Адаптивный спорт. Специфика проведения соревнований.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– нормы здорового образа жизни	+	+		
2	– основные здоровьесберегающие технологии;	+	+		
3	– методы и средства поддержания уровня физической подготовленности	+	+	+	
	Уметь:				
4	– применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности	+	+	+	
5	– использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья	+	+		
6	– предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте	+	+		
	Владеть:				
8	– навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта	+	+	+	
9	– системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
15	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает нормы здорового образа жизни, основные здоровьесберегающие технологии, методы и средства поддержания уровня физической подготовленности.	+	+	+
		УК 7.2. Умеет применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности, восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья, профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте.	+	+	+

		УК 7.3. Владеет навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных практических занятий*, выполнение установленных на данный семестр контрольных нормативов (тестов) общей физической и специальной подготовки элективных групп различной спортивной направленности.

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел	АЭРОБИКА, ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ГИМНАСТИКА	Акад. час
	1	Разучивание базовых движений аэробики. Простые соединения. Модификации движений.	2
	2	Воспитание гибкости. Комплексы упражнений с использованием спортивного инвентаря (резиновые амортизаторы, скакалки, мячи фитболы). Упражнения в парах и мини группах.	2
	3	Подготовка и проведение занятия (методика составления композиций по танцевальной аэробике)	2
2	Раздел	ФИТНЕС-АЭРОБИКА ГСС	Акад. час.
	1	Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков из отдельных видов спорта, закрепление и совершенствование их. Элементы ритмической, художественной гимнастики.	2
	2	Комплекс упражнений на развитие координации и баланса. Упражнения в парах и группах.	2
	3	Правила соревнований по фитнес-аэробике. Критерии и требования к композиции.	2
3	Раздел	ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЕ ПЛАВАНИЕ	Акад. час.
	1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности во время занятий оздоровительным плаванием. Наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов.	2
	2	Отработка и совершенствование базовой техники стилей плавания. Отработка технических навыков с использованием утяжелителей.	2
	3	Правила проведения соревнований по плаванию. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.	2
4	Раздел	ПЛАВАНИЕ ГСС	Акад. час
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в спортивной направленности. Обучение специальным навыкам	2

		в основные дисциплины плавания, обучение приемам тактики.	
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки пловцов. Упражнения общей и специальной физической подготовки для занимающихся. Выполнение нормативов группы высшего спортивного мастерства.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по плаванию. Правила и методика проведения соревнований по различным дисциплинам. Тренировочные матчевые встречи между командами вузов.	2
5	Раздел	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МНОГОБОРЬЕ ГСС	Акад. час.
	1	Использование различных методов проведения тренировочного процесса в структуре занятий по функциональному многоборью. Обучение технике выполнения упражнений с максимально возможной скоростью без ущерба технике в подготовке к соревнованиям. Контрольные функциональные пробы для оценки физической формы.	2
	2	Обучение навыкам работы с собственным телом, влияние определенных видов нагрузок на человеческий организм и процессы адаптации, системы восстановления организма после тренировочной и соревновательной нагрузки. Основы нутрициологии.	2
	3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями.	2
6	Раздел	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МНОГОБОРЬЕ	Акад. час.
	1	Обучение технике выполнения упражнений, направленной на развитие физических качеств с использованием и без использования спортивного инвентаря. Функциональные пробы для определения физической подготовленности.	2
	2	Различные виды проведения занятий в функциональном многоборье. Обучение основам паркура и воздушно-силовой атлетики для преодоления препятствий, изучение и развитие специфических видов хвата. Основы рационального питания.	2
	3	Система проведения соревнований по функциональному многоборью и кроссфиту. Система судейства спортивных гонок с препятствиями. Соревнования между обучающимися.	2
7	Раздел	САМБО, ДЗЮДО ГСС	Акад. час.
	1	Специальная физическая подготовка борцов. Индивидуальная техника борьбы в партере и стойке	2
	2	Совершенствование индивидуальной техники, комбинации приемов борцовской техники в стойке и партере.	2
	3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися.	2
8	Раздел	САМБО, ДЗЮДО	Акад. час.
	1	Основные правила страховки и само страховки и техника	2

		безопасности. Техника выполнения специальных упражнений самбистов и дзюдоистов. Основные средства и методы развития специальных физических качеств борца. Основы акробатики.	
	2	Обучение базовой борцовской технике в партере и стойке	2
	3	Правила судейства борьбы самбо и дзюдо. Проведение соревнований по правилам самбо и дзюдо. Дни борьбы и соревнования между обучающимися.	2
9	Раздел	СКАНДИНАВСКАЯ ХОДЬБА ГСС	Акад. час.
	1	Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности во время занятий скандинавской ходьбой. Наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов.	2
	2	Отработка и совершенствование техники скандинавской ходьбы. Отработка технических навыков с использованием утяжелителей.	2
	3	Правила проведения соревнований по скандинавской ходьбе. Правила вида спорта скандинавская ходьба на различных дистанциях. Организация спортивных мероприятий. Ознакомление с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью.	2
10	Раздел	СПОРТИВНАЯ БОРЬБА ПАНКРАТИОН ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в панкратионе. Совершенствование ударной и борцовской техник. Корректировка техники защиты	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки борцов в панкратионе. Упражнения специальной подготовки для борцов в панкратионе. Комбинация ударной и борцовской техник. Развитие борцовской схватки, доведение до болевого или удушающего приема.	2
	3	Правила судейства панкратиона классического и традиционного, проведение соревнований по спортивной борьбе панкратион, СБЕ ММА. Соревнования между занимающимися. Рестарт-позиции в соревнованиях по панкратиону.	2
11	Раздел	БРАЗИЛЬСКОЕ ДЖИУ-ДЖИТСУ, БЖЖ ГСС	Акад. час.
	1	Роллинг как ведение тренировочного процесса в бразильском джиу-джитсу и бжж, совершенствование техники. Умение вести несколько длительных схваток с различными соперниками. Виды захватов в ги и ноуги. Осанка в борьбе.	2
	2	Работа в партере (инверт, черепаха). Углубленное болевых и удушающих приемов. Развитие тейкдаунов. Изучение вариантов частных ситуаций открытого гарда. Атакующие действия снизу, атакующие действия сверху.	2
	3	Правила судейства в бразильском джиу-джитсу и бжж, правила соревнований в формате «до сдачи (submission	2

		only)», проведение соревнований по бжж. Проведение соревнований среди обучающихся. Аттестация на пояса.	
12	Раздел	СКАЛОЛАЗАНИЕ	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в скалолазании. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий.	2
	2	Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.	2
	3	Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по скалолазанию.	2
13	Раздел	СКАЛОЛАЗАНИЕ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в скалолазании. Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков, закрепление и совершенствование их. Совершенствование техники специальных упражнений в структуре занятия по скалолазанию. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки скалолазов. Упражнения специальной подготовки для отработки технических навыков прохождения трасс.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по скалолазанию. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
14	Раздел	СПОРТИВНЫЙ ТУРИЗМ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в спортивном туризме. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий.	2
	2	Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.	2
	3	Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по спортивному туризму.	2
15	Раздел	БАЛЬНЫЕ ТАНЦЫ	Акад. час.
	1	Освоение базовых фигур и фаз движений стандартных танцев. Отработка танцев европейской программы.	2
	2	Освоение базовых фигур и фаз движений латинских танцев. Отработка танцев латиноамериканской программы.	2
	3	Введение в соревновательную деятельность. Внутри вузовские турниры. Освоение соревновательных программ.	2

16	Раздел	БАЛЬНЫЕ ТАНЦЫ ГСС	Акад. час.
	1	Совершенствование вариаций фигур и фаз движений стандартных танцев. Отработка танцев европейской программы.	2
	2	Совершенствование вариаций фигур и фаз движений латинских танцев. Отработка танцев латиноамериканской программы.	2
	3	Воспитание выносливости на этапе подготовки к соревнованиям по танцевальному спорту (циклические упражнения, общая выносливость, специальная выносливость).	2
17	Раздел	МИНИ-ФУТБОЛ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в мини-футболе. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по мин-футболу.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по мини-футболу. Упражнения специальной подготовки для отработки удара по мячу, ведения, передач и отбор мяча. Двусторонняя учебно-тренировочная игра по мини футболу.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по мини-футболу. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
18	Раздел	МИНИ-ФУТБОЛ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по мини-футболу (разминка, основная, заключительная часть – заминка).	2
	2	Воспитание ловкости средствами мини-футбола: подвижность двигательного навыка. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости с футбольным мячом.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по мини-футболу среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д)	2
19	Раздел	ДАРТС	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игры дартс. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия дартс (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся мини-футболам.	2
	2	Воспитание меткости, выносливости, силы, ловкости равновесие и гибкости средствами игры дартс: подвижность двигательного навыка. Техника безопасности при работе с дротиками. Профилактика травматизма.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по дартс среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д) Разновидности игры	2

		дартс и их особенности(правила игры «501», «Большой раунд», «Американский крикет», «Набор очков» и т.д).	
20	Раздел	РЕГБИ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных в регби. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по регби. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся регби.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по регби. Упражнения специальной подготовки для отработки стандартных положений (рак, мол, схватка, коридор начальный удар). Тактика игры в атаке и обороне. Двусторонняя игра.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по регби Тренировки в соревновательный период. Правила игры и методика проведения соревнований по регби	2
21	Раздел	РЕГБИ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по регби (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся регби.	2
	2	Воспитание средствами волейбола: силовой и скоростной выносливости, развитие силы, ловкости и гибкости. Выполнение комплексов упражнений для развития базовой техники	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по регби среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
22	Раздел	АТЛЕТИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА	Акад. час.
	1	Воспитание основных физических качеств. Базовые и изолированные упражнения для различных мышечных групп. Начальные комплексы упражнений для: мышц спины и бицепсов; грудных мышц и трицепсов; дельтовидных мышц и мышц брюшного пресса; мышц предплечий и мышц ног.	2
	2	Совершенствование основных физических качеств. Программа «Сила + масса». Силовой тренинг. Круговой тренинг.	2
	3	Совершенствование основных физических качеств. Комплексы упражнений переменного курса. Силовой тренинг. Методика разового предельного сокращения. Дополнительная проработка мышц брюшного пресса и голеней в умеренном объеме, с умеренной интенсивностью.	2
23	Раздел	АРМРЕСЛИНГ ГСС	Акад. час.

	1	Общеразвивающие упражнения без спортивного инвентаря Общеразвивающие упражнения со спортивным инвентарем	2
	2	Упражнения с отягощением на ремне Тяга штанги. Сгибание рук в запястьях со штангой, хват сверху Сгибание пальцев на тренажере Разгибание кисти с гантелью. Отведение кисти с односторонней гантелью, предплечье вертикально. Сгибание кисти со штангой в опущенных руках сзади. Стоя отведение кисти с односторонней гантелью. Сгибание руки с односторонней гантелью.	2
	3	Постановка индивидуальной техники Ударный метод развития взрывной силы мышц Избирательная тренировка отдельных мышечных групп Спарринг (учебная борьба)	2
24	Раздел	ГОРНЫЕ ЛЫЖИ ГСС	Акад. час.
	1	Формирование общей базы двигательных умений и навыков горнолыжного спорта. Совершенствование техники движений, элементов и связок горнолыжного спуска.	2
	2	Воспитание ловкости средствами горнолыжного спорта (подвижность двигательного навыка). Акробатические элементы, бег, прыжки и имитационные упражнения техники горных лыж.	2
	3	Системы проведения спортивных соревнований (спуск по склону длиной 250-300 м, прохождение трассы из 8-12 ворот, прямой спуск 100-120 м)	2
25	Раздел	НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в настольном теннисе. Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков, закрепление и совершенствование их. Совершенствование техники специальных упражнений в структуре занятия по настольному теннису. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся настольным теннисом.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по настольному теннису. Упражнения специальной подготовки для отработки технических ударов в настольном теннисе. Командные тактические действия в игре парами.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по настольному теннису. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
26	Раздел	НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС	Акад. час.
	1	Основы построения занятия. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по настольному теннису. (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Формирование необходимого фонда двигательных умений и	2

		навыков Формирование умений и навыков в проведении комплекса упражнений. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся настольным теннисом.	
	2	Воспитание ловкости, реакции. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости, реакции. Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д.	2
	3	Организации и проведения мероприятий по волейболу среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
27	Раздел	ВОЛЕЙБОЛ ГСС	Акад. час.
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятий в волейболе. Совершенствование техники специальных упражнений в структуре занятия по волейболу. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся волейболом.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по волейболу. Упражнения специальной подготовки для отработки нападающего удара, блокирования, защитных действий, приема подачи. Командные тактические действия в нападении с изменением позиций игроков. Двусторонняя игра.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по волейболу. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
28	Раздел	ВОЛЕЙБОЛ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по волейболу (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся волейболом.	2
	2	Воспитание ловкости, скоростно-силовых качеств, специальной прыгучести средствами волейбола. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости, реакции, скоростно-силовых качеств с волейбольным мячом.	2
	3	Организации и проведения мероприятий по волейболу среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
29	Раздел	ЛЫЖНЫЕ ГОНКИ ГСС	Акад. час.
	1	Способы дозирования физической нагрузки. Влияние физической нагрузки на развитие и совершенствование физических способностей у занимающихся лыжным спортом с различным уровнем подготовленности	2
	2	Ознакомление с основными понятиями общей выносливости. Бег. Сила. Методика развития силы. Упражнения, развивающие силу, методы совершенствования силы	2
	3	Система личного и командного зачета при проведении	2

		соревнований по лыжным гонкам.	
30	Раздел	БАСКЕТБОЛ	Акад. час.
	1	Основы построения занятия игровых дисциплин. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по баскетболу (разминка, основная, заключительная часть – заминка).	2
	2	Воспитание ловкости средствами баскетбола: подвижность двигательного навыка. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости с баскетбольным мячом.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий по баскетболу среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д)	2
31	Раздел	БАСКЕТБОЛ (ГСС)	
	1	Структура проведения учебно-тренировочных занятия в мини-футболе. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по мин-футболу.	2
	2	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки команд по мини-футболу. Упражнения специальной подготовки для отработки удара по мячу, ведения, передач и отбор мяча. Двусторонняя учебно-тренировочная игра по мини футболу.	2
	3	Организации и проведения спортивных соревнований по мини-футболу. Правила игры и методика проведения соревнований.	2
32	Раздел	ШАШКИ	Акад. час.
	1	Основные стадии партии: начало (дебют), середина (миттельшпиль), окончание (эндшпиль).	2
	2	Определение комбинации. Финальные удары. Простейшие элементы комбинации: устранение «мешающих» шашек и «доставка» недостающих, подрыв слабых полей.	2
	3	Тренировка приемов Самоограничения, отбрасывания. Техника игры и комбинации «Три дамки против дамки» и «Простой».	2
33	Раздел	ШАХМАТЫ	Акад. час.
	1	Понятия дебютов, миттельшпиля и эндшпиля в шахматной партии.	2
	2	Шахматная партия. Как начинать шахматную партию. Ходы, взятие фигур.	2
	3	Игра на уничтожение. Шах. Длинная и короткая рокировка, шах, мат, пат, ничья.	2
34	Раздел	ОКИНАВА КЭМПО КАРАТЕ (ГСС)	Акад. час.
	1	Обучение технике самостраховки и упражнений в падении для избегания травм при проведении бросковых техник. Понятие о положении тела, головы, рук и ног. Отработка индивидуальных упражнений и с партнёром.	2
	2	Применение навыков полученных в тренировке формальных комплексов (ката) в ситуациях самообороны и соревновательной деятельности. Тренировка чувства времени	2

		(тайминг). Понятие о дистанции, угле атаки.	
	3	Специальная, и технико-тактическая подготовка в процессе подготовки спортсменов по каратэ. Упражнения специальной подготовки для отработки комбинаций ударов, техники блокирования и перевода в партер. Тренировочные спарринги.	2
35	Раздел	ОКИНАВА КЭМПО КАРАТЕ	Акад. час.
	1	Обучение технике основных базовых упражнений (кихон) в структуре занятия по каратэ (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Тестирующие упражнения для оценки физической подготовленности занимающихся каратэ.	2
	2	Воспитание координации и ловкости средствами каратэ. Развитие внимания и концентрации при выполнении комплексов формальных упражнений (ката).	2
	3	Организация и проведение спортивных соревнований по окинава кэмпо каратэ. Правила соревнований и методика проведения соревнований.	2
36	Раздел	БАДМИНТОН	Акад. час.
	1	Основы построения занятия. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия по бадминтону (разминка, основная, заключительная часть – заминка). Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков Формирование умений и навыков в проведении комплекса упражнений. Тестирующие упражнения для оценки специальной физической подготовленности занимающихся бадминтоном.	2
	2	Воспитание ловкости, реакции средствами бадминтона. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости, реакции. Комплексы общеразвивающих упражнений для воспитания физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д.	2
	3	Организации и проведения мероприятий по волейболу среди студентов (матчевые встречи, соревнования между факультетами)	2
37	Раздел	ЛЁГКАЯ АТЛЕТИКА ГСС	Акад. час.
	1	Применение упражнений аэробного характера с целью развития и совершенствование общей выносливости в лёгкой атлетике. Совершенствование навыков в проведении легкоатлетической тренировки с целью развития специальной выносливости.	2
	2	Совершенствование скоростных и скоростно-силовых качеств в лёгкой атлетике с целью применения в легкоатлетических соревновательных упражнениях.	2
	3	Изучение видов соревнований по лёгкой атлетике, характеристика соревновательных видов лёгкой атлетики.	2
38	Раздел	БИЛЬЯРД ГСС	Акад. час
	1	Изучение и освоение основных элементов в техники.	2

		Имитация целостного удара. Положение туловища, ног, рук, головы. Приведение кия к шару – прицеливание – проверка и удар по шару. При ошибке исправление перемещением туловища или удара. Тренировочные удары в лузу. Переход к другим лузам. Тренировочные игры на результат. Корректировка и само корректировка удара.	
	2	Отработка прицеливания двух шаров, развитие и закрепление навыка забивания шаров по прямой резке с открытого упора и комфортным расстоянием между шарами (25-35 см) в ближайшие лузы.	2
	3	Общие правила допуска к соревнованиям, форма одежды, Регистрация и протокол. Онлайн трансляции. Закрепление тренировочного материала в различных тренировочных играх, разработанных специально под каждый уровень занимающихся. Выполнение дача контрольных тестов.	2
39	Раздел	КЕНДО ГСС	Акад. час
	1	Основы построения занятия. Обучение технике специальных упражнений в структуре занятия (разминка, основная, заключительная часть – заминка).	2
	2	Воспитание ловкости средствами кендо: подвижность двигательного навыка. Выполнение комплексов упражнений для развития ловкости.	2
	3	Организации и проведения физкультурно-массовых мероприятий и соревнований по кендо среди студентов (соревнования между факультетами, курсами, турниры и т.д)	2
40	Раздел	ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (ОФП)	Акад. час
	1	Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.).	2
	2	Воспитание гибкости (упражнения в парах, группах, использование инвентаря). Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).	2
	3	Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований по избранному виду адаптивного спорта. Системы проведения спортивных соревнований.	2
41	Раздел	АДАПТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА (АФК)	Акад. час
	1	Способы регламентации нагрузки: адаптированное дозирование нагрузки, относительно значениям; дозирование в соответствии с энергетическими затратами. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.).	2

	2	Воспитание силы (упражнения внешнего отягощения, упражнения с отягощением весом собственного веса, изометрические упражнения, упражнения в сопротивлении).	2
	3	Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Системы проведения спортивных соревнований. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Порядок организации самостоятельной работы студентов по дисциплине разрабатывается кафедрой физического воспитания университета. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение учебно-методического материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- выполнения кейсов заданий и подготовка отчетов по разделу самостоятельной работы;
- участие в спортивных соревнованиях и физкультурно-массовых мероприятиях различного уровня в качестве участников или волонтеров.

Самостоятельная работа обучающихся при освоении разделов дисциплины осуществляется при руководстве и консультировании ведущего преподавателя.

Виды, содержание самостоятельной работы, формы контроля и отчетности о результатах самостоятельной работы, в том числе методические рекомендации обучающимся, преподавателям, определяются рабочей программой дисциплины, фондом оценочных средств и методическими указаниями

Оценивание результатов самостоятельной работы обучающихся осуществляется в конце учебного семестра при подведении итогов успеваемости.

Разработка кейсов заданий для реализации самостоятельной работы студентов, производится кафедрой физического воспитания университета, с учетом направленности на формирование результатов освоения дисциплины, как части образовательной программы.

Выполнение заданий при реализации часов, выделенных в раздел самостоятельной работы, способствует закреплению студентами знаний и навыков научно-практических основ физической культуры и спорта, методики самостоятельных занятий, особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности, а также развития основы и методики развития физических качеств и двигательных навыков. Студенты должны уметь использовать средства и методы физического воспитания для профессионального и личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни; владеть средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, ценностями физической культуры личности для успешной социально-культурной и профессиональной деятельности.

Результат самостоятельной работы студентов представляется в виде заданий и отчетов в соответствии с учебно-тематическими планами дисциплины, утвержденными на текущий учебный семестр.

Размещение кейсов заданий для самостоятельной работы и предоставление отчетов о результатах выполнения самостоятельной работы студентов возможно: как на бумажном носителе, так и посредством электронных образовательных платформ.

Для отдельных обучающихся в зависимости от степени ограниченности здоровья возможна разработка индивидуального учебного плана самостоятельной работы с индивидуальными заданиями и сроками их выполнения.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ в университете устанавливается особый порядок освоения дисциплины, с учетом рекомендаций и заключения выданного по результатам медицинского обследования (основанием является медицинский документ, предоставленный из медицинских учреждений, имеющих лицензию на право ведения медицинской деятельности).

Методические указания по освоению дисциплины приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Важным критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных практических занятий, выполнение всех предусмотренных рабочей программой дисциплина на данный семестр учебный семестр заданий текущего контроля (контрольных нормативов, тестов, заданий раздела самостоятельной работы) для групп общей физической и адаптивной физической подготовки.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из баллов за практические занятия (максимально 32 балла в первом семестре и по 64 балла во втором, третьем, четвертом семестрах), баллов за обязательное выполнение всех контрольных тестов, нормативов (максимально 28 баллов), баллов за освоение часов и обязательное выполнение заданий раздела самостоятельной работы (максимально 8 баллов). *Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

Элективные дисциплины по физической культуре и спорту

1 семестр

Месяц	Практические занятия		Самостоятельная работа	Текущий контроль	
	<i>Освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>Освоенные часы баллы</i>	<i>контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Сентябрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	10 часов	КН	5 баллов
Октябрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	10 часов	КН	10 баллов
Ноябрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	10 часов		

Декабрь	8 часов (4 занятия)	16 баллов	20 часов	КН	13 баллов
Всего в семестре	32 часа / 64 балла		50 часов/8 баллов	28 баллов	
ИТОГО	82 часа/ 100 баллов				

Элективные дисциплины по физической культуре и спорту

2, 3, 4 семестры

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Самостоятельная работа	Текущий контроль	
	<i>освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>освоенные часы баллы</i>	<i>контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Февраль	16 часов (8 занятий)	16 баллов	-	КН-1 КН-2	4 балла 4 балла
Март	16 часов (8 занятий)	16 баллов	6 часов	КН-3 КН-4 КН-5	4 балла 4 балла
Апрель	16 часов (8 занятий)	16 баллов	6 часов		4 балла
Май	16 часов (8 занятий)	16 баллов	6 часов	КН-6 КН-7	8 баллов
Всего в семестре	64 часа /64 балла		18 часов/8 баллов	28 баллов	
ИТОГО	82 часа / 100 баллов				

8.1.1. Примерные практические тесты для текущего контроля освоения дисциплины (группа здоровья – основная, подготовительная)

Для текущего контроля предусмотрены практические контрольные тестовые упражнения в каждом семестре. Максимальная оценка за все контрольные тесты в каждом семестре составляет 28 баллов. Максимальная оценка за работу на практическом занятии в 1 семестре по 4 балла за каждое занятие, всего 64 балла. Максимальная оценка за работу на практическом занятии во 2, 3 и 4 семестре по 2 балла за каждое занятие, всего 64 балла. Максимальная оценка за выполнение заданий раздела самостоятельной работы в каждом учебном семестре, составляет 8 баллов максимально, при условии обязательного освоения всех часов, отведенных в учебном плане на данный раздел дисциплины.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Общая физическая подготовка (ОФП), осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Интервальный (челночный) бег 3х10 метров (сек)	7,9	8,7	9,1	10,0	7,4	7,9	8,4	9,0
2. Выпрыгивания вверх из упора присев за 20 сек. (кол-во раз).	16	14	12	10	18	16	14	12
3. Приседания за 40 сек. (кол-во раз).	35	33	30	27	40	37	34	30
4. Поднимание туловища из положения лежа на спине за 1 минуту (кол-во раз)	43	37	32	28	50	43	37	30
5. Сгибания разгибания рук от скамейки в упоре сидя спиной (кол-во раз)	20	15	12	10	35	30	25	20
6. Метание теннисного мяча на расстояние 15-20 м. Попадания в цель.	7	5	3	2	7	5	3	2
7. Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (оценивается глубина наклона, см)	+ 16	+ 10	+ 7	+ 4	+ 13	+ 8	+ 5	+ 1

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скандинавская ходьба осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Техника подъема в гору с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. Техника спуска с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. Техника преодоления естественных препятствий на дистанции 1 км			

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. Техника разворота на трассе			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. Приседания в сплит-позиции (кол-во раз) за 40 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40 раз и более	30 раз	20 раз	10 раз
6. Зашагивания на плиобокс 50 см (кол-во раз) за 30 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
25 раз и более	20 раз	15 раз	10 раз
7. Прохождение дистанции 3 км (мин, с)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
17:00 и менее	19:00 минут	20:00 минут	более 20:00

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Плавание осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

Для начинающих и групп оздоровительного плавания		
1.	Плавание кролем в полной координации	max = 4 балла
2.	Плавание кролем на спине в полной координации	max = 4 балла

30 минут безостановочного плавания

баллы	8	7	6	5	4	3
метраж	1500 м и больше	до 1500 м	до 1250 м	до 1000 м	до 750 м	до 500 м

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Осенний семестр

Первый год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.

2. Решение задач (выдает преподаватель). Одна задача на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балл.

Второй год обучения

- a. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 5 баллов.
- b. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Весенний семестр

Первый год обучения

- a. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 6 баллов.
- b. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Второй год обучения

- a. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 4 балла.
- b. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Дартс осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Упражнение на меткость (количество очков)	90	80	70	60
2. Упражнение по секторам (количество раз)	5	4	3	1
3. Упражнение сектор «удвоения» (количество попадания)	4	3	2	1
4. Упражнение сектор «утроения» (количество попадания)	4	3	2	1
5. Упражнение сектор «20» (количество попадания)	6	4	3	1
6. Упражнение сектор «булл» (количество попадания)	4	3	2	1
7. Упражнение «Большой раунд» (набор очков)	350	300	250	200

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Волейбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Осенний семестр
Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1. балл	Примечание
1.Чередование	20	15	10	Меньше 10	Упражнение выполняется

передач «сверху» и «снизу»					подряд над собой, оценивается техника передач
2. Верхняя прямая подача	10	8	6	Меньше 6	Подача выполняется прямой рукой, открытой ладонью, оценивается техника и попадание мяча в площадку

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	Примечание
1. «Удар – передача»	10	8	6	Ниже 6	Упражнение выполняется в паре, один партнер выполняет раз удар, раз передачу, а второй только принимает мяч снизу. Оценивается кол-во ударов подряд
2. Нападающий удар через сетку	10	8	6	Ниже 6	Удары выполняются с передачи тренера, оценивается правильность выполнения и попадание мяча в площадку

Весенний семестр
Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	2. балл	Примечание
1. Передачи «сверху» и «снизу» в паре	40	30	20	Ниже 20	Упражнение выполняется одним мячом. Один выполняет передачу «сверху», а другой «снизу», оценивается техника, количество передач на пару подряд
2.Прыжки через скакалку	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд, с двойным прокручиванием скакалки.

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	3. балл	Примечание
1. «Удар –прием – передача»	16	12	10	Ниже 10	Упражнение выполняется в паре, начинаем с удара на партнера тот выполняет прием удара. Партнер выполняющий удар делает

					передачу своему партнеру. Оценивается кол-во ударов подряд на пару.
2. Прыжки на скакалке	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд с двойным прокручиванием

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Баскетбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Первый год обучения

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
11	8	6	5 и менее	14	10	8	7 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
17 сек	18 сек	19 сек	20 и более	15 сек	16 сек	17 сек	18 сек и более

Второй год обучения

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
12	9	6	5 и менее	15	11	8	7 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
16 сек	18 сек	19 сек	20 и более	14 сек	16 сек	17 сек	18 сек и более

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Мини-футбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Набивание «чеканки» (количество раз)	20	17	14	11
2. «Удар по пустым воротам с центра поля, верхом» 5 ударов (количество раз)	4	3	2	1
3. Ведение мяча (в секундах)	12,5	13,0	13,5	14.00
4. Бег 10 м с высокого старта (сек.)	2,1	2,3	2,7	3,0
5. Челночный бег, 3х10 м (сек.)	7,4	7,9	8,4	9,0
6. Прыжок в длину с места (см)	240	230	220	210
7. Передача мяча в «коридор» (10 попыток) (количество попадания в «коридор»)	7	5	3	2

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Бадминтон осенний, весенний семестр)

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1 и менее	7	5	3	1 и менее
6. Выполнение приема подачи в переднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее
7. Выполнение приема смэша в заднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Мини-регби осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Девушки

Наименование	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Тест Купера (12 мин)	Более 2100м	2100м	2000м	Менее 2000м
Бег 60 м	9,6 с	10,0 с	10,5с	11,0с
Бег 30 м	4,8 с	5 с	5,1с	5,5 с
Бег 30 м с хода	4,2 с	4,5 с	4,7 с	4,9 с
Жим штанги лежа (мах вес в 3-х попытках)	40 кг	35 кг	32 кг	30 кг
Прыжок а длину с места, см	207 см	200 см	198 см	< 198 см
Отжимания от пола (кол-во раз за 40 сек)	25	20	17	15

Юноши

Наименование	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Кросс 3000 м	13,0 мин	13,2 мин	13,5 мин	14,0 мин
Бег 60 м	7,8 с	7,9 - 8,2 с	8,3-8,7 с	8,7 с
Бег 30 м	4,17 с	4,45 с	4,5- 4,9 с	Более 5,0 с
Жим штанги лежа на кол-во раз (вес 60 кг)	Более 15	15-12	11-8	Менее 8
Тяга бицепсами на кол-во раз (вес 35 кг)	Более 14	14-12	11-8	Менее 8
Прыжок а длину с места, см	240 см	235 см	230 см	210 см
Отжимания от пола (кол-во раз за 40 сек)	47	45	42	40

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Аэробика осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

1. Техника базовых шагов аэробики.

Базовые шаги аэробики		
№	Название базового движения аэробики	баллы
1	V-STEP (ШАГИ НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-шаговое движение.	1 балл
2	GRAPE VINE (СКРЕСТНЫЙ ШАГ В СТОРОНУ)-шаговое движение.	1 балл
3	JUMPING JACK (ПРЫЖОК НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-прыжковое движение.	1 балл
4	LANGE (ВЫПАД)-амплитудное движение выпада назад, в сторону, вперед.	1 балл
5	KNEE UP (ПОДЪЕМ КОЛЕНА)-согнутая в колене нога поднимается вперед по отношению к туловищу на угол 90 градусов.	1 балл
6	LIFT LEG SIDE (ПОДЪЕМ ПРЯМОЙ НОГИ В СТОРОНУ)-прыжковое движение.	1 балл
7	МАРШ (ПЕРЕМЕННЫЙ ШАГ) – на месте и с продвижением.	1 балл
8	БЕГ (ПЕРЕМЕННЫЙ БЕГ) – на месте и с продвижением	1 балл

2. Разучивание движений композиционной связки.

Композиционная связка		
Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
1 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
2 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
3 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
4 часть 2 балла	8x4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях

3. Выполнение композиционной связки

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
Техника исполнения движений, тах 2 балла	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции.	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног.
Последовательность движений, тах 2 балла	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.

<i>Перемещение по площадке. Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции.	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
<i>Музыкальная интерпретация,</i> тах 2 балла	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции.
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

4. Методика составления композиционных связей.

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Базовые шаги и их соединения,</i> тах 2 балла	Использование и разнообразие базовых шагов аэробики, и их модификации. Соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов.	Технически правильное выполнение представленных шагов соединений (приложение 1)
<i>Движения руками,</i> тах 2 балла	Хореография и техника движений рук в композиции.	Необходимо показать работу во всех суставах. Сочетание движений рук и ног.
<i>Перестроения и рисунки,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства во время выполнения составленной композиции.	В композиции необходимо показать перестроения и рисунки, и при необходимости изменить любой рисунок или перестроение на требуемое количество счетов.
<i>Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Смена основного направления по заданию инструктора-преподавателя.	Выполнение композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.

При выполнении композиции и при ее составлении на учебных занятиях оценивается работа каждого члена учебной группы. Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.

5. Развитие физических качеств

№	Параметр оценки	Критерий оценки			
		1 год обучения		2 год обучения	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	10сек. (2балла)	менее (1балл)	20 сек. (2балла)	менее (1балл)
2	Координационный тест (координационная связка)	8х16 счетов (2балла)	Менее 16счетов (1балл)	8х36 счетов (2балла)	Менее 36счетов (1балл)
3	Сила (упражнение на пресс)	40 раз (2балла)	менее (1балл)	50 раз (2балла)	менее (1балл)

4	Кардиореспираторная выносливость (степ тест)	10 мин. (2балла)	менее (1балл)	12 мин. (2балла)	менее (1балл)

6. Конструирование и структурный анализ связок аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	С использованием базовых шагов аэробики составить рабочую связку в размере музыкального квадрата (8 x 4) = 32 счета. При составлении связки необходимо учесть: - максимальное разнообразие используемых шагов и соединительных движений; - соблюдение баланса смены ведущей ноги (чередование правой и левой ноги в каждом последующем движении связки); - соблюдение баланса высоко и низко-ударных движений (чередование шагов аэробики в режиме High impact и Low Impact); включение в связку простых и сложных соединений шагов аэробики	Пояснить составление связки пошагово, по счетам с указанием всех использованных шагов и ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке. (2 балла) Назвать все использованные шаги с указанием режима выполнения их в связке. (2 балла)
2	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики: - «Джек» (Jumping jack) – 1-й счет; «Ланч» (Lunge) – 1-й счет; - «Сайд» (Leg Side) – 1-й счет; - «Ви степ» (V-step) – 2-й счет; - «Кни ап» (Knee up) – 1-й счет; - «Грейп вайн» (Grape wine) – 2-й счет. Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики: (2 балла) Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор (2 балла)

7. Конструирование и структурный анализ связок степ-аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	Ознакомиться с видео и фотоматериалами, а также рекомендуемой литературой (в предоставленных к заданию). Составить и выполнить связку «степ-аэробики» представленной в видеофайле. Обозначение подходов к степу Приложение 1 Образец описания связки Приложение 2 Из предложенного фотоархива «Вариации рук» выбрать положения для 1-й, 2-й, 4-й восьмерки в связке «степ-аэробики». На каждую восьмерку выбрать 4 положения рук, указать шаг, на который происходит смена положений Для 3-й восьмерки в связке «степ-аэробики» разработать, и выполнить 4 положения для рук самостоятельно. Положения не должны повторять материалы фотоархива «Вариации рук».	Выполнение и пояснение составленной связки пошагово с указанием: - всех использованных шагов - подхода к степу - ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке Пояснение 4-х положений рук, разработанных самостоятельно для 3-й восьмерки связки и их выполнения (4 балла)
2	Провести структурный анализ представленной связки, степ-аэробики. По результатам проведенного анализа назвать и показать все	Пояснение с примерным показом структурированных по указанным классификациям

	движения, используемые в связке. Указать количество высоко-ударных движений, указать количество низко-ударных движений, указать соотношение движений в связке, выполнение с правой и левой ноги, оригинальные с сокращенные варианты движений.	движений: - количество высоко-ударных - движений - количество низко-ударных движений - соотношение движений с правой и с левой лидирующей ноги правой / левой - количество движений оригинального выполнения - количество движений сокращенного выполнения. (4 балла)

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Атлетическая гимнастика осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Жим штанги лежа 40 % от собственного веса (кол-во раз)				Жим штанги лежа 60 % от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2	1	9	6	15	11	8	7 и менее
2. Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)				Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2	15	10	5	20	15	10	5
0							
3. Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)				Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1	10	8	6	25	20	15	10
5							
4. Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол- во раз)				Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2	15	10	5	30	25	20	10
0							

5. Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)				Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15	11	8	6	15	11	8	6
6. Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 5 кг), (кол-во раз)				Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 10 кг), (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	5	20	15	10	5
7. Подтягивание на низкой перекладине, (кол-во раз)				Подтягивание на высокой перекладине, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
13	10	9	7	13	10	9	7

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Функциональное многоборье осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

Осенний семестр

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Вис на перекладине на двух руках (сек)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
40 сек и более	<40сек	40 сек и более	<40 сек
2. Рывок гантели с виса (кол-во раз)			
4 балла	2балла	4 балла	2 балла
15 раз и более, 6 кг	<15 раз, 6 кг	20 раз и более, 10 кг	<20 раз, 10 кг
3. Бег по пересеченной местности, 1 миля (1600 метров)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
<12 минут	12 минут и более	<10 минут	10 минут и более
4. Подъем по канату с использованием ног (кол-во раз)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
1 раз и больше	0 раз	2 раза и больше	0 раз
5. Поднос коленей к локтям (кол-во раз)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
8 раз и больше	<8 раз	8 раз и больше	<8 раз

6. Берпи (кол-во раз) за 1 минуту			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
20 раз и более	<20 раз	22 раз и более	<22 раз
7. Стойка на руках с опорой о стену (сек)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
30 сек и более	<30сек	30 сек и более	<30 сек

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Самбо, дзюдо осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

Осенний семестр

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере. Удержания»			
а) Удержание сбоку			
б) Удержание поперек			
с) Удержание сверху			
д) Удержание со стороны головы			
е) Удержание со стороны ног			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в партере. Позиции в партере»			
а) Высокий партер			
б) Средний партер			
с) Глухой партер			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. «Борьба в партере. Болевые приемы. Рычаги»			
а. Рычаг локтя из удержания сбоку			
б. Рычаг локтя из удержания поперек			
с. Рычаг локтя с захватом руки соперника между ног			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. «Борьба в партере. Болевые приемы. Узлы»			
а. Узел плеча прямой из удержания поперек			
б. Узел плеча обратный из удержания поперек			
с. Узел плеча прямой из удержания сбоку			
д. Узел плеча обратный из удержания сбоку			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. «Борьба в партере. Перевороты»			
а) Переворот из среднего партера с захватом дальней руки соперника на удержание поперек			

b) Переворот соперника из глухого партера с переходом на удержание со стороны головы			
c) Переворот соперника при движении в партере назад с переходом на удержание сверху			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
6. «Борьба в стойке. Захваты»			
a) Захват (за рукава выше и ниже локтя, за отворот на уровне шеи, плеч, груди и живота, за пояс сбоку, спереди и сзади, за куртку на спине сверху и из-под руки)			
b) Обхват одной или двумя руками (за туловище сверху и из-под руки, двух рук из-под рук и поверх рук, обхват одной или двух ног на уровне бедер, коленей, голеней)			
c) Хват (за бедро, за подколенный сгиб, за голень, за пятку)			
d) Прихват (за руку, предплечьем на плече, предплечьем под плечо, предплечьем за шею, за туловище сверху из-под руки)			
e) Упор в плечевой пояс, в туловище, в ногу (ладонью, предплечьем, плечом, головой)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. «Борьба в стойке. Самостраховка»			
a) Самостраховка при падении вперед			
b) Самостраховка при падении назад			
c) Самостраховка при падении на бок			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Окинава карате кемпо осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ и ЮНОШИ			
1. Стойка «Найханчи дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
2. Стойка «Сэйсан дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
3. Стойка «Найханчи дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок

4. Стойка «Сэйсан дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
5. Ката «Найханчи Шодан» (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
6. Ката «Сэйсан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
7. Ката «Пинан Шодан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Легкая атлетика ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Бег 60 метров (сек.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
8,6	9,1	9,4	9,6	7,6	8,0	8,2	8,4
2. Бег 100 метров (сек.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
				12,0	12,8	13,3	13,7
3. Прыжок в длину с места (см.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
195	180	170	169	250	240	230	215

4. Прыжок в длину с разбега (см.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
510	470	450	430	600	550	520	500

5. Бег 400 метров (мин.) Круг 200 м.							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

1,07	1,12	1,15	1,18	56,4 сек.	1,00	1,03	1,05

6. Бег 800 м (мин.) Круг 400 м.							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2,36	2,48	2,56	3,01	2,10	2,20	2,25	2,31

7. Кросс 3 км (мин.)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
11.52	12.56	13.30	14.00	9,50	10,25	10,40	11,10

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скандинавская ходьба ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Техника подъема в гору с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. Техника спуска с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. Техника преодоления естественных препятствий на дистанции 1 км			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. Техника разворота на трассе			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. Приседания в сплит-позиции (кол-во раз) за 40 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
50 раз и более	40 раз	30 раз	20 раз
6. Зашагивания на плиобокс 50 см (кол-во раз) за 30 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
30 раз и более	25 раз	20 раз	15 раз

7. Прохождение дистанции 5 км (мин, с)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
50:00 и менее	55:00 минут	60:00 минут	более 60:00

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скалолазание ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ			ЮНОШИ		
1. Подтягивания из виса на выступах до 25 мм, с использованием 2-х пальцев на каждой руке, количество раз					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
6	4	менее 4	10	6	менее 6
2. Поднос прямых ног к зацепам (перекладине), положение вис на зацепах (или высокой перекладине), (раз)					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
15	10	менее 10	20	15	менее 15

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Спортивный туризм ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ			ЮНОШИ		
1. Вязание узлов на скорость.					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
<10 сек.	15 сек.	20 сек.	<10 сек.	15 сек.	20 сек.
2. Бег по пересечённой местности 5 км					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
<28 мин.	28 мин.	финиш	<25 мин.	25 мин.	финиш
3. Вис на высокой перекладине					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
55	45	35	55	45	35

4. Закидывание ног на верёвку (вертикальную перекладину) из положения вис (пресс).					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
20	15	10	20	15	10
5. Жумаринг по вертикальной веревке					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
40	60	90	40	60	90
6. Бухтовка веревки 30м					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
<15 сек.	25 сек.	40 сек.	<15 сек.	25 сек.	40 сек.
7. Техника лазания (преодоление скалолазного участка).					
4 балла	2 балла	1 балл	4 балла	2 балла	1 балл
100%	70%	50%	100%	70%	50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Лыжные гонки ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

Осенний семестр

	46	36	26	16
	Женщины			
Кросс 3000 м	14 мин 30 сек	15 мин 00 сек	15 мин 30 сек	16 мин 00 сек
Отжимание за 30 сек	20 раз	18 раз	16 раз	15 раз и менее
Тройной прыжок	4,40	4,00	3,50	3,20
Бег 100 м	16,2	16,8	17,0	17,5
Пресс	55	50	47	40
Приседание на одной ноге(«пистолет»)+ количество раз на обеих ногах(без учета времени)	20	18	15	12
Выпрыгивание вверх из приседа (количество раз)	22	18	15	12
	Мужчины			
Кросс 5000м	19 мин 00 сек	19 мин 40 сек	20 мин 20 сек	21 мин 00 сек

Отжимание за 30 сек	30 раз	27 раз	25 раз	22 раза и менее
Тройной прыжок	5,80	5,50	5,00	4,70
Бег 100 м	13,5	13,8	14,1	14,5
Пресс	55	50	47	40
Приседание на одной ноге(«пистолет»)+ количество раз на обеих ногах(без учета времени)	30	25	23	20
Выпрыгивание вверх из приседа (количество раз)	35	30	26	20

Весенний семестр

№/ п	Женщины / Мужчины	
1	Передвижение на лыжах по кругу свободным и классическим стилем в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
2	Преодоление подъемов и спусков в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
3	Передвижение на лыжах по кругу одновременным бесшажным классическим ходом в течение 15 минут	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
4	Передвижение на лыжах по кругу одновременным одношажным классическим ходом в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
5	Передвижение на лыжах одновременным двухшажным классическим ходом в течение 15 минут	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
6	Передвижение на лыжах по кругу полуконьковым ходом в течение 15 минут.	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)
7	Передвижение на лыжах по кругу одновременным одношажным коньковым ходом в течение 15 минут	Оценивается техника передвижения в баллах (Максимальный балл -46)

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Горнолыжный спорт ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ
1. Прыжок в высоту с места. Проба по Абалакову.	
2 балла	1 балл
>70см	<90см
2. Отжимания.	
2 балла	1 балла
>20раз.	<25раз.

3. Подтягивание в висе на перекладине.			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
>20раз.	10-15раз.	5-8раз.	<5раз.
4. Подъем туловища лежа на спине «складка».			
3	2	2	1
>35 раз.	20-25 раз.	20-25 раз.	<25раз.
5. Челночный бег 3x10 м.			
2		1	
>20сек		<20сек.	

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Плавание ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

*Осенний семестр
Короткая вода*

№	Норматив: Занятые места	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов
3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

*Весенний семестр
Длинная вода*

№	Норматив: Занятые места	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов
3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Кендо ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ
6. Рэй, 1 раз	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>70%	50-70%
2. Оки-мэн с проходом, 3 раза	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>60%	<60%
3. Оки-котэ с проходом, 3 раза	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>60%	<60%
4. Кирикаэси, 1 раз	
2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание	
>50%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная, специальная медицинская

Осенний семестр

Первый год обучения

- 4. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 7 баллов.
- 5. Решение задач (выдает преподаватель). Шесть задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 3 балла.

Второй год обучения

- c. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 5 баллов.
- d. Решение задач (выдает преподаватель). Десять задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 5 баллов.

Весенний семестр

Первый год обучения

- c. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 6 баллов.
- d. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Второй год обучения

- c. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 4 балла.
- d. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Волейбол ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
8 раз и более	<8 раз	10 раз и более	<10 раз
2. Подача			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
8 раз и более	<8 раз	10 раз и более,	<10 раз,
3. Прыжки на скакалке			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
50 раз и больше	<50 раз	50 раз и больше	<50 раз
4. Челночный бег «елочка»			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
22 сек и быстрее	>22сек	20 сек и быстрее	>20 сек

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Баскетбол ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
14	9	6	5 и менее	18	11	7	6 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
15 сек	17 сек	18 сек	20 и более	12 сек	15 сек	16 сек	17 сек и более

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Мини-футбол ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

1. Набивание «чеканки» (количество раз)	20	17	14	11
2. «Удар по пустым воротам с центра поля, верхом» 5 ударов (количество раз)	4	3	2	1
3. Ведение мяча (в секундах)	12,5	13,0	13,5	14,00
4. Бег 10 м с высокого старта (сек.)	2,1	2,3	2,7	3,0
5. Челночный бег, 3x10 м (сек.)	7,4	7,9	8,4	9,0
6. Прыжок в длину с места (см)	240	230	220	210
7. Передача мяча в «коридор» (10 попыток) (количество попадания в «коридор»)	7	5	3	2

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бадминтон ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная, подготовительная**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Набивание (жонглирование) волана, кол-во раз							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40	35	30	20 и менее	40	35	30	20 и менее
2. Выполнение высоко-далекой подачи на заднюю линию площадки, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Фитнес-аэробика ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

1. Развитие физических качеств

№	Норматив	Система оценки			
		ПО		ОС	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	15сек. (26)	менее (16)	20 сек. (26)	менее (16)
2	Координационный тест (аэробная связка)	8x16 (26)	менее (16)	8x36 (26)	менее (16)
3	Сила (упражнение на пресс)	50 раз (26)	менее (16)	70 раз (26)	менее (16)

Критерии оценки координационного теста.

Составляющие	Параметр оценки	Критерий оценки

Техника исполнения движений,	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции.	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног.
Последовательность движений	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.
Перемещение по площадке. Смена основного направления,	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции.	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
Музыкальная интерпретация,	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции.
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями к базовым шагам аэробики под музыкальное сопровождение.		

2. Знание правил соревнований вида спорта «Фитнес-аэробика» в соответствии с учетом основных требований Правил соревнований Международной Федерации Спорта, Аэробики и Фитнеса (FISAF International), действующих на территории Российской Федерации на текущий год.

№	Норматив	Система оценки	
		ПО	ОС
1	Участие в подготовке, судействе и обслуживании соревнований по фитнес-аэробике в качестве волонтеров	26	-
2	В качестве судей в составе судейской бригады (при условии прохождения судейского семинара и успешной аттестации)	-	26

3. Участие в соревнованиях по фитнес-аэробике других и спортивных мероприятиях

№	Норматив	Выполнение	
1	Участие в показательных выступлениях в программе мероприятий ведомственного и муниципального уровня.	ПО	обязательно
2	Участие в показательных выступлениях в программе мероприятий регионального уровня.	ПО	обязательно
2	Участие в соревнованиях по программе МССИ	ОС	обязательно
		ПО	по уровню готовности
3	Участие в Чемпионатах и кубках г. Москвы	ОС	обязательно

	(других соревнованиях федерального округа г. Москва)	ПО	по уровню готовности
4	Участие во всероссийских соревнованиях и турнирах	По уровню готовности на период проведения	

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Функциональное многоборье ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Вис в блоке на перекладине на двух руках (сек)			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
15 сек и более	<15 сек	30 сек и более	<30 сек
2. Рывок гири (кол-во раз)			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
16 раз и более, 10 кг	<16 раз, 10 кг	20 раз и более, 16 кг	<20 раз, 16 кг
3. Бег по пересеченной местности, 5000 метров			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
<35 минут	35 минут и более	<30 минут	30 минут и более
4. Подъем по канату (кол-во раз)			
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
5 раз и больше, с использованием различных техник	<5 раз, с использованием различных техник	3 раз и больше, без использования ног	<3 раз, без использования ног
5. Поднос ног к перекладине в висе на перекладине (кол-во раз)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
8 раз и больше	<8 раз	8 раз и больше	<8 раз
6. Берпи (кол-во раз) за 1 минуту			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
22 раз и более	<22 раз	25 раз и более	<25 раз
7. Отжимания в стойке на руках с опорой о стену (сек)			
4 балла	2 балла	4 балла	2 балла
3 раза и более	<3 раз	5 раз и более	<5 раз

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Самбо, дзюдо ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере. Удержания», время выполнения 40 секунд			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в партере. Индивидуальная техника»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. «Борьба в партере. Болевые приемы в самбо»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. «Борьба в партере. Удушающие приемы в дзюдо»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. «Борьба в стойке. Индивидуальная техника»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
6. «Борьба в стойке. Работа на захваты, выведения из равновесия», время выполнения 2 минуты			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. «Акробатика»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бокс ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Прыжки на скакалке (мин)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 минут	8 минут	6 минут	4 минуты
2. Повороты в положении седа под углом с медицинболом (6 кг девушки, 10 кг юноши) (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
16 раз и более	14 раз	12 раз	10 раза
3. Отжимания на кулаках (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

20 раз	15 раз	12 раз	10 раз
4. Скоростно-силовая работа на мешках (сек)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
60 сек	40 сек	30 сек	<30 сек
5. Удержание на прямых руках в статике отягощения 1 кг (сек)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
90 сек	60 сек	40 сек	<30 сек
6. Спарринг с партнёром своего уровня обучения (кол-во пропущенных ударов)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. Берпи с выходом на одну руку (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
20 раз	15 раз	12 раз	10 раз

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Панкратион ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере. Позиционная борьба»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в партере. Закрытый гард»			
а) Защита в гарде			
б) Проход закрытого гарда. Варианты			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. «Ударная техника. Ударная комбинация»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. «Борьба в партере. Болевые приемы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. «Борьба в партере. Удушающие приемы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
6. «Спарринг»			

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
7. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бразильское джиу-джитсу, бжж ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
8. «Борьба в партере. Открытый гард, частные случаи»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
9. «Борьба в партере. Халф-гард»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
10. «Сабмишены из открытого и закрытого гарда»			
а) Болевой прием на выбор из изученных			
б) Удушающий прием на выбор из изученных			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
>85%	70-85%	50-70%	<50%
11. «Борьба в партере. Свипы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
12. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
13. «Позиционная борьба». Удержание позиции 30 секунд с последующим выходом на сабмишн			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
14. «Дриллы»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Окинава карате кемпо ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – основная**

ДЕВУШКИ и ЮНОШИ			
1. Ката «Найханчи Шодан» (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
2. Ката «Сэйсан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
3. Ката «Пинан Шодан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
4. Ката «Пинан Нидан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
5. Броски на близкой дистанции			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
6. Броски на средней дистанции			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
7. Кумитэ (свободный спарринг)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бильярд ГСС, осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – основная, подготовительная

ЮНОШИ				ДЕВУШКИ			
1. Резка в угловую лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3 балла	2 балла	1балл

5	4	3	1	5	4	3	1
2. Резка в центральную лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1	7	5	3	1

8.1.2. Примерные практические тесты для текущего контроля освоения дисциплины (группа здоровья – специальная медицинская)

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

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

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

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

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Адаптивная физическая культура (АФК), осенний, весенний семестр)

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Адаптивная физическая культура (АФК), осенний, весенний семестр)

Группа здоровья - специальная медицинская

Наименование контрольного теста (норматива)	Девушки				Юноши			
	баллы				баллы			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Наклон вперед из положения сидя на полу с прямыми ногами (см.)	+ 10	+ 8	+ 6	+ 4	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1
2. Бросок и ловля теннисного мяча одной рукой из-за спины (количество раз)	10	7	5	3	7	5	3	2
3. Облегченная книжка складка	15	13	10	8	15	13	10	8
4 Сгибание и разгибание рук в упоре на стоя на коленях (кол-во раз)	15	12	10	7	25	20	15	10

5.Сгибания разгибания рук от скамейки в упоре сидя спиной (кол-во раз)	20	15	12	10	25	20	17	15
6. Приседания за 40 сек. (кол-во раз).	30	27	25	20	35	32	30	25
7.Бег 12 минут в равномерном темпе (техника, время)	12	10	8	7	12	10	8	7

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Скандинавская ходьба осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. Техника подъема в гору с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. Техника спуска с палками			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
3. Техника преодоления естественных препятствий на дистанции 1 км			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
4. Техника разворота на трассе			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Качество техники выполнения и его понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
5. Приседания в сплит-позиции (кол-во раз) за 40 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40 раз и более	30 раз	20 раз	10 раз
6. Зашагивания на плиобокс 50 см (кол-во раз) за 30 с			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
25 раз и более	20 раз	15 раз	10 раз
7. Прохождение дистанции 3 км (мин, с)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

17:00 и менее	19:00 минут	20:00 минут	более 20:00

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Плавание осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Для начинающих и групп оздоровительного плавания

1.	Плавание кролем в полной координации	max = 4 балла
2.	Плавание кролем на спине в полной координации	max = 4 балла

30 минут безостановочного плавания

баллы	8	7	6	5	4	3
метраж	1500 м И больше	до 1500 м	до 1250 м	до 1000 м	до 750 м	до 500 м

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы осенний, весенний семестры)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Осенний семестр

Первый год обучения

- 6. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.
- 7. Решение задач (выдает преподаватель). Одна задача на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балл.

Второй год обучения

- e. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 5 баллов.
- f. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

Весенний семестр

Первый год обучения

- e. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 6 баллов.
- f. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

Второй год обучения

- e. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 4 балла.
- f. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Дартс осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

1. Упражнение на меткость (количество очков)	90	80	70	60
2. Упражнение по секторам (количество раз)	5	4	3	1
3. Упражнение сектор «удвоения» (количество попадания)	4	3	2	1
4. Упражнение сектор «утроения» (количество попадания)	4	3	2	1
5. Упражнение сектор «20» (количество попадания)	6	4	3	1
6. Упражнение сектор «булл» (количество попадания)	4	3	2	1
7. Упражнение «Большой раунд» (набор очков)	350	300	250	200

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Волейбол осенний, весенний семестр)**

Группа здоровья – специальная медицинская

Осенний семестр

Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	2. балл	Примечание
1. Чередование передач «сверху» и «снизу»	20	15	10	Меньше 10	Упражнение выполняется подряд над собой, оценивается техника передач
2. Верхняя прямая подача	10	8	6	Меньше 6	Подача выполняется прямой рукой, открытой ладонью, оценивается техника и попадание мяча в площадку

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	Примечание
1. «Удар – передача»	10	8	6	Ниже 6	Упражнение выполняется в паре, один партнер выполняет раз удар, раз передачу, а второй только принимает мяч снизу. Оценивается кол-во ударов подряд
2. Нападающий удар через сетку	10	8	6	Ниже 6	Удары выполняются с передачи тренера, оценивается правильность выполнения и попадание мяча в площадку

Весенний семестр

Первый год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	3. балл	Примечание
1. Передачи «сверху» и «снизу» в паре	40	30	20	Ниже 20	Упражнение выполняется одним мячом. Один выполняет передачу «сверху», а другой «снизу», оценивается техника, количество передач на пару подряд
2.Прыжки через скакалку	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд, с двойным прокручиванием скакалки.

Второй год обучения

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	8. балл	Примечание
1. «Удар –прием – передача»	16	12	10	Ниже 10	Упражнение выполняется в паре, начинаем с удара на партнера тот выполняет прием удара. Партнер выполняющий удар делает передачу своему партнеру. Оценивается кол-во ударов подряд на пару.
2. Прыжки на скакалке	20	15	10	Ниже 10	Прыжки выполняются подряд с двойным прокручиванием

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Бадминтон осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
2. Набивание (жонглирование) волана, кол-во раз							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
40	35	30	20 и менее	40	35	30	20 и менее
2. Выполнение короткой подачи на заднюю линию площадки, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее
3. Выполнение короткой подачи в мишень, кол-во попаданий							

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее
4. Выполнение укороченного удара, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10	8	6	4 и менее	10	8	6	4 и менее
5. Выполнение удара смэш, кол-во попаданий							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1 и менее	7	5	3	1 и менее
6. Выполнение приема подачи в переднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее
7. Выполнение приема смэша в заднюю зону, количество приемов							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
6	4	2	1 и менее	6	4	2	1 и менее

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Аэробика осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

1. Техника базовых шагов аэробики.

Базовые шаги аэробики		
№	Название базового движения аэробики	баллы
1	V-STEP (ШАГИ НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-шаговое движение.	1 балл
2	GRAPE VINE (СКРЕСТНЫЙ ШАГ В СТОРОНУ)-шаговое движение.	1 балл
3	JUMPING JACK (ПРЫЖОК НОГИ ВРОЗЬ, НОГИ ВМЕСТЕ)-прыжковое движение.	1 балл
4	LANGE (ВЫПАД)-амплитудное движение выпада назад, в сторону, вперед.	1 балл
5	KNEE UP (ПОДЪЕМ КОЛЕНА)-согнутая в колене нога поднимается вперед по отношению к туловищу на угол 90 градусов.	1 балл
6	LIFT LEG SIDE (ПОДЪЕМ ПРЯМОЙ НОГИ В СТОРОНУ)-прыжковое движение.	1 балл
7	МАРШ (ПЕРЕМЕННЫЙ ШАГ) – на месте и с продвижением.	1 балл
8	БЕГ (ПЕРЕМЕННЫЙ БЕГ) – на месте и с продвижением	1 балл

2. Разучивание движений композиционной связки.

Композиционная связка		
Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
1 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
2 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
3 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях
4 часть 2 балла	8х4 (четыре восьмерки или музыкальный квадрат). Содержит не менее 4-х базовых шагов аэробики.	Техника выполнения базовых шагов и переходов в соединениях

3. Выполнение композиционной связки

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Техника исполнения движений,</i> тах 2 балла	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции.	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног.
<i>Последовательность движений,</i> тах 2 балла	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.
<i>Перемещение по площадке. Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции.	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
<i>Музыкальная интерпретация,</i> тах 2 балла	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции.
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

4. Методика составления композиционных связок.

Составляющие композиции	Параметр оценки	Критерий оценки
<i>Базовые шаги и их соединения,</i> тах 2 балла	Использование и разнообразие базовых шагов аэробики, и их модификации. Соединения одного шага с другим на необходимое количество	Технически правильное выполнение представленных шагов соединений (приложение 1)

	счетов.	
<i>Движения руками,</i> тах 2 балла	Хореография и техника движений рук в композиции.	Необходимо показать работу во всех суставах. Сочетание движений рук и ног.
<i>Перестроения и рисунки,</i> тах 2 балла	Использование заданного пространства во время выполнения составленной композиции.	В композиции необходимо показать перестроения и рисунки, и при необходимости изменить любой рисунок или перестроение на требуемое количество счетов.
<i>Смена основного направления,</i> тах 2 балла	Смена основного направления по заданию инструктора-преподавателя.	Выполнение композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки.
При выполнении композиции и при ее составлении на учебных занятиях оценивается работа каждого члена учебной группы. Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями оздоровительной аэробики под счет или музыкальное сопровождение.		

5. Развитие физических качеств

№	Параметр оценки	Критерий оценки			
		1 год обучения		2 год обучения	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	10сек. (2балла)	менее (1балл)	20 сек. (2балла)	менее (1балл)
2	Координационный тест (координационная связка)	8х16 счетов (2балла)	Менее 16счетов (1балл)	8х36 счетов (2балла)	Менее 36счетов (1балл)
3	Сила (упражнение на пресс)	40 раз (2балла)	менее (1балл)	50 раз (2балла)	менее (1балл)
4	Кардиореспираторная выносливость (степ тест)	10 мин. (2балла)	менее (1балл)	12 мин. (2балла)	менее (1балл)

6. Конструирование и структурный анализ связок аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	С использованием базовых шагов аэробики составить рабочую связку в размере музыкального квадрата (8 х 4) = 32 счета. При составлении связки необходимо учесть: - максимальное разнообразие используемых шагов и соединительных движений; - соблюдение баланса смены ведущей ноги (чередование правой и левой ноги в каждом последующем движении связки); - соблюдение баланса высоко и низко-ударных движений (чередование шагов аэробики в режиме High impact и Low Impact); включение в связку простых и сложных соединений шагов аэробики	Пояснить составление связки пошагово, по счетам с указанием всех использованных шагов и ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке. (2 балла) Назвать все использованные шаги с указанием режима выполнения их в связке. (2 балла)
2	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики: - «Джек» (Jumping jack) – 1-й счет;	Показать положения при выполнении следующих базовых шагов аэробики:

«Ланч» (Lunge) – 1-й счет; - «Сайд» (Leg Side) – 1-й счет; - «Ви степ» (V-step) – 2-й счет; - «Кни ап» (Knee up) – 1-й счет; - «Грейп вайн» (Grape wine) – 2-й счет. Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор	(2 балла) Показать и пояснить технику полного выполнения двух любых базовых шагов из перечня на выбор (2 балла)

7. Конструирование и структурный анализ связок степ-аэробики.

№	Содержание пункта задания	Критерий оценки
1	Ознакомиться с видео и фотоматериалами, а также рекомендуемой литературой (в предоставленных к заданию). Составить и выполнить связку «степ-аэробики» представленной в видеофайле. Обозначение подходов к степу Приложение 1 Образец описания связки Приложение 2 Из предложенного фотоархива «Вариации рук» выбрать положения для 1-й, 2-й, 4-й восьмерки в связке «степ-аэробики». На каждую восьмерку выбрать 4 положения рук, указать шаг, на который происходит смена положений Для 3-й восьмерки в связке «степ-аэробики» разработать, и выполнить 4 положения для рук самостоятельно. Положения не должны повторять материалы фотоархива «Вариации рук».	Выполнение и пояснение составленной связки пошагово с указанием: - всех использованных шагов - подхода к степу - ведущей ноги, с которой выполняется шаг в связке Пояснение 4-х положений рук, разработанных самостоятельно для 3-й восьмерки связки и их выполнения (4 балла)
2	Провести структурный анализ представленной связки, степ-аэробики. По результатам проведенного анализа назвать и показать все движения, используемые в связке. Указать количество высоко-ударных движений, указать количество низко-ударных движений, указать соотношение движений в связке, выполнение с правой и левой ноги, оригинальные с сокращенные варианты движений.	Пояснение с примерным показом структурированных по указанным классификациям движений: - количество высоко-ударных - движений - количество низко-ударных движений - соотношение движений с правой и с левой лидирующей ноги правой / левой - количество движений оригинального выполнения - количество движений сокращенного выполнения. (4 балла)

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Атлетическая гимнастика осенний, весенний семестр)

Группа здоровья – специальная медицинская

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ

8. Жим штанги лежа 40 % от собственного веса (кол-во раз)				Жим штанги лежа 60 % от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1 2	9	6	5 и менее	15	11	8	7 и менее
9. Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)				Приседание в «Гак-машина» От 15 до 10% от собственного веса (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2 0	15	10	5	20	15	10	5
10. Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)				Планка с выходом на прямые руки поочередно выпрямляя руки из исходного положения упора лежа на предплечьях, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1 5	10	8	6	25	20	15	10
11. Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол- во раз)				Обратные отжимания от скамьи (угол в локтях не более 90 градусов) (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
2 0	15	10	5	30	25	20	10
12. Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)				Сгибание бедер в упоре на предплечья, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1 5	11	8	6	15	11	8	6
13. Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 5 кг), (кол-во раз)				Гиперэкстензия с отягощением (блин от штанги весом 10 кг), (кол- во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1 5	11	8	6	20	15	10	5
14. Подтягивание на низкой перекладине, (кол-во раз)				Подтягивание на высокой перекладине, (кол-во раз)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
13	10	9	7	13	10	9	7

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Окинава карате кемпо осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

ДЕВУШКИ и ЮНОШИ			
1. Стойка «Найханчи дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
2. Стойка «Сэйсан дачи» в перемещении на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
3. Стойка «Найханчи дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
4. Стойка «Сэйсан дачи» перемещение в парах на 10 шагов (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
10 шагов без ошибок	7 шагов без ошибок	5 шагов без ошибок	3 шага без ошибок
5. Ката «Найханчи Шодан» (все года обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
6. Ката «Сэйсан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки
7. Ката «Пинан Шодан» (второй год обучения)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
ни одной ошибки	1 ошибка	2 ошибки	3 и более ошибки

**Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам
(Шахматы ГСС, осенний, весенний семестр)
Группа здоровья – специальная медицинская**

Осенний семестр

Первый год обучения

9. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.

10. Решение задач (выдает преподаватель). Шесть задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 3 балла.

Второй год обучения

g. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 5 баллов.

h. Решение задач (выдает преподаватель). Десять задач на поиск различных ударов и комбинаций, тах 5 баллов.

Весенний семестр

Первый год обучения

g. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 6 баллов.

h. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Второй год обучения

g. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), тах 4 балла.

h. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, тах 4 балла.

Примерные контрольные упражнения и тесты по элективным дисциплинам (Бильярд ГСС, осенний, весенний семестр) Группа здоровья – специальная медицинская

ЮНОШИ				ДЕВУШКИ			
15. Резка в угловую лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3 балла	2 балла	1балл
5	4	3	1	5	4	3	1
16. Резка в центральную лузу (кол-во шаров)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3балла	2 балла	1 балл
7	5	3	1	7	5	3	1

8.2. Примерные задания для освоения часов самостоятельной работы

1 семестр – «Измерение ЧСС при занятиях физической культурой».

Для определения ЧСС покоя, необходимо произвести ее самостоятельное измерение в течение нескольких дней, а затем найти среднее арифметическое значение по формуле:

$$\text{ЧСС покоя (среднее)} = \frac{\text{ЧСС 1} + \text{ЧСС 2} + \text{ЧСС 3} + \text{ЧСС 4} + \text{ЧСС 5}}{\text{количество измерений (5)}}$$

Максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС макс) – это максимальное количество сокращений, которое сердце может совершить в течение 1 мин.

Максимальную ЧСС можно определить по следующим формулам:

1) Простая формула: ЧСС тах = 220 - «возраст»

2) Уточненная формула:

- мужчинам: ЧСС тах = 210 - «возраст» - (0,11 х персональный вес в кг) + 4

- женщинам: ЧСС тах = 210 - «возраст» - (0,11 х персональный вес в кг)

3) Наименее ошибочной (оптимальной) формулой для определения максимально

допустимой частоты сердечных сокращений на сегодняшний день признана следующая:
 $ЧСС_{max} = 205,8 - (0,685 * \text{«возраст»})$

Чаще всего исследуют пульс на лучевой артерии, которая расположена поверхностно под фасцией и кожей между шиловидным отростком лучевой кости и сухожилием внутренней лучевой мышцы. Для этого используют средний, указательный и безымянный пальцы

Для дальнейших расчетов занести в таблицу данные:

ФИО студента полностью _____ Учебная группа _____ Проверил (ФИО преподавателя) _____ Расчеты показателей ЧСС		
ВОЗРАСТ (полных лет)		ВЕС (кг)
ЧСС покоя		
1	ЧСС 1	
2	ЧСС 2	
3	ЧСС 3	
4	ЧСС покоя (среднее)	
Максимальная ЧСС		
5	Простая формула	$ЧСС_{max} = 220 - \text{«возраст»}$
6	Уточненная формула (муж/жен)	- <i>мужчинам</i> : $ЧСС_{max} = 210 - \text{«возраст»} - (0,11 \times \text{персональный вес в кг}) + 4$ - <i>женщинам</i> : $ЧСС_{max} = 210 - \text{«возраст»} - (0,11 \times \text{персональный вес в кг})$
7	Оптимальная формула	$ЧСС_{max} = 205,8 - (0,685 * \text{«возраст»})$

2, 3, 4 семестр – «Составление примерного комплекса упражнений».

Выполнение самостоятельных практических работ по составлению примерных комплексов упражнений содержит три основных раздела:

1. Введение (функциональная направленность комплекса, особенности).
2. Основная часть: непосредственное описание самого комплекса примерных упражнений, их дозировка, количество рекомендуемых повторений, методические указания к техническому выполнению, указать основные возможные ошибки при выполнении упражнений.

Каждое упражнение описывается:

И.П. (исходное положение).

Фаза начала выполнения движений.

Фаза завершения выполнения движений.

Вернуться в И.П.

Все описания даются подробно.

Разработка примерного комплекса упражнений по следующим направлениям:

2 семестр – «Составление комплекса утренней гигиенической гимнастики»

Комплекс утренней гигиенической гимнастики состоит из 8–10 общеразвивающих несложных (для облегченного запоминания и выполнения в автоматическом режиме) упражнений, в комплекс входят упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость, дыхательные и (обязательно) упражнения на осанку (потягивание, равновесия и др.). Последовательность выполнения упражнений – сверху – вниз; сначала мелкие группы мышц, затем – крупные.

Для гармонического развития мышечных групп необходимо строго следить за равнозначностью выполнения упражнений (количество выполненных упражнений одной стороной тела, рукой, ногой должно строго соответствовать выполнению другой). С целью эффективного контроля за качеством желательно выполнять упражнения перед зеркалом. Не рекомендуется включать в комплексы утренней гигиенической гимнастики упражнения длительного статического характера, с задержкой дыхания, на выносливость (например, длительный бег, что может вызвать утомление).

Упражнения подбираются с таким расчетом, чтобы ускорить и активизировать деятельность органов и систем, играющих ведущую роль учебной деятельности студента.

3 семестр – «Составление комплекса упражнений для развития заданной группы мышц».

Комплекс упражнений содержит 10-15 упражнений на определенные в тематике мышечные группы. Упражнения подбираются таким образом, чтобы их выполнение было доступно для самостоятельных тренировочных занятий, при этом упражнения должны отвечать требованию эффективного воздействия на указанную в задании группу мышц. Допускается включение упражнений с использованием спортивного инвентаря.

4 семестр – «Составление комплекса упражнений производственной гимнастики».

Группы профессий, распределенные по производственным факторам, с учетом которых студенту необходимо составить комплекс производственной гимнастики, представлены на рисунке 1.

Отчеты о выполнении заданий самостоятельной работы предоставляются студентами на зачетной неделе ведущим преподавателям элективных дисциплин по виду спорта.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

8.4. Структура и примеры билетов для итогового контроля

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. **Головина В. А.** Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Самбо. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. Д. Щербинина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 80 с.
3. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Бальные танцы: Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Р. В. Якушин. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 72 с.
4. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Оздоровительная аэробика. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, О. В. Носик, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 85 с.
5. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Атлетическая гимнастика. Зал КСК «Тушино». Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, С. А. Ушаков, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 116 с.

Б. Дополнительная литература

1. **Носик, О. В.** Классическая аэробика. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, В. А. Головина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 24 с.
2. **Липченко, Ю. П.** Методические рекомендации по обучению плаванию студентов с высокой степенью водобоязни и психогенной напряженностью. Учебно-методическое пособие / Ю. П. Липченко, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 16 с.
3. **Рощина, М. Б.** Построение процесса тренировки квалифицированных пловцов – студентов учебных заведений / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 36 с.
5. **Носик, О. В.** Основы степ-аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 40 с.
4. **Носик, О. В.** Средства и методы развития гибкости в учебных программах по оздоровительной аэробике. Учебно-методическое пособие / сост. О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 20 с.
5. **Носик, О. В.** Теория и методика силовой аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. В. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
6. **Носик, О. В.** Теория и методика танцевальной аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
7. **Головина, В. В.** Аэробика и активный отдых. Часть 1 (TRX). Учебно-методическое пособие / В. В. Головина, О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
8. **Рощина, М. Б.** Самостоятельные занятия физической культурой для студентов старших курсов (учебно-методическое пособие) / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.
9. **Якушин, Р. В.** Самба. Адаптированный курс для студентов непрофильных специальностей / Р. В. Якушин, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Научные и публицистические журналы:

- Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195,
- Адаптивная физическая культура. ISSN 1998-149X,
- Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. ISSN
- Теория и практика физической культуры (англ). ISSN 2409-4234
- Теория и практика физической культуры (рус). ISSN 0040-3601
- Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. ISSN 2305-8404
- Культура физическая и здоровье. ISSN 1999-3455
- «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547
- «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779.

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

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 30.07.2025)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<http://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2022 – 2025 гг., 2023-2026 гг., (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708210001>

Приложение № 4 к Порядку проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних, утвержденному приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 августа 2017 г. № 514 н «Медицинское заключение о принадлежности несовершеннолетнего к медицинской группе для занятий физической культурой» [Электронный ресурс]

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк контрольных упражнений (тестов) для текущего контроля освоения дисциплины (общее число – 40);
- банк контрольных заданий для освоения часов самостоятельной работы для текущего контроля освоения дисциплины (общее число – 10);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»* проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- для теоретического раздела: рабочим учебным планом дисциплины не предусмотрен;
- для практического раздела:
- спортивные залы и раздевалки;
- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;

- инвентарь по различным видам спорта (волейбольные, баскетбольные, футбольные мячи, мячи для игры в регби, теннисные и бадминтонные ракетки, теннисные шарики и мячи для игры в теннис, сетки для игры в волейбол, бадминтон, теннис, настольный теннис, тренажерные устройства, гантельная горка, степ-платформы, мячи-фитболы и др.);
- столы для настольного тенниса;
- для контрольного раздела (подготовка и выполнение контрольных упражнений, тестов):
- измерительные линейки;
- коврики туристические;
- гимнастические скамейки;
- мячи теннисные;
- секундомеры;
- индивидуальный инвентарь по виду спорта.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам практических занятий; комплекты плакатов к специальным разделам дисциплины по выбранному виду спорта.

Страница кафедры физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева ВКонтакте <https://vk.com/kafedrasportarxty>

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и лицензионным программным обеспечением, копировальные аппараты; локальная сеть с доступом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по избранному виду спорта, кафедральные библиотеки электронных изданий.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.

2.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://onlinelibrary.wiley.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом

				перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методические основы построения оздоровительной тренировки в физической культуре и спорте.	<i>Знает:</i> - нормы здорового образа жизни; - основные здоровьесберегающие технологии; - методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. <i>Умеет:</i> - применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; - использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; - предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. <i>Владеет:</i> - навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; - системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольный норматив 1, 2)
Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств.	<i>Знает:</i> - нормы здорового образа жизни; - основные здоровьесберегающие технологии;	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение

	- методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. <i>Умеет:</i> - применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; - использовать средства физической культуры и спорта для восстановления работоспособности в условиях повышенного нервного напряжения, для коррекции собственного здоровья; - предпринимать меры профилактики психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте. <i>Владеет:</i> - навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; - системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	текущего контроля (контрольный норматив 3,4,5)
Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта.	<i>Знает:</i> - методы и средства поддержания уровня физической подготовленности. <i>Умеет:</i> - применять методы и средства физической культуры и спорта для поддержания собственного уровня физической подготовленности; <i>Владеет:</i> - навыками анализа влияния образа жизни на показатели здоровья и физическую подготовленность человека, в области физической культуры и спорта; - системой практических навыков для поддержания собственного уровня физической подготовленности и здорового образа жизни.	Баллы за практические занятия, баллы за выполнение текущего контроля (контрольный норматив 6,7), баллы за выполнение заданий раздела самостоятельной работы .

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»
основной образовательной программы
04.03.01 Химия**

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрохимическое материаловедение»

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры Сколтеха к.х.н. Лауринавичюте В. К.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сколтеха РХТУ им. Д.И.
Менделеева «26» августа 2025 г., протокол № 16

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Сколтеха** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Электрохимическое материаловедение**» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области квантовой химии, физической химии.

Цель дисциплины – сформировать у учащихся целостное представление о природе электрохимических процессов с участием твердых веществ.

Задачи дисциплины

- дать обзор современных представлений о строении заряженных межфазных границ,
- сформировать представления о кинетике электрохимических реакций и научить экспериментальным методам ее исследования.
- дать представление о современных методах исследования электрохимических процессов.

Дисциплина «**Электрохимическое материаловедение**» 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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование	Код и наименование	Код и наименование индикатора

категории (группы) ОПК	ОПК	достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- современные представления о строении заряженных границ металл-раствор и полупроводник-раствор
- современные представления о кинетике электрохимических реакций с участием твердых веществ.

Уметь:

- выбрать адекватный метод исследования и рассчитать характерные параметры электрохимических реакций
- провести выбор электрохимических нанотехнологий для получения гибридных материалов

Владеть:

- современными экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	97,2
Лекции	1,8	64	48,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	48,6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,4	52	37,8
Контактная самостоятельная работа	1,4		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	37,8
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,4	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Строение заряженных межфазных границ	44	16	16	12
1.1	Электрохимические системы	11	4	4	3
1.2	Скачки потенциала на межфазных границах	11	4	4	3
1.3	Основные модельные представления о строении двойного электрического слоя	11	4	4	3
1.4	Адсорбция с переносом заряда	11	4	4	3
2.	Раздел 2. Основы массопереноса в электрохимических системах.	44	16	16	12
2.1	Суммарный поток и его составляющие	11	4	4	3
2.2	Вольтамперометрия обратимых электрохимических систем	11	4	4	3
2.3	Нестационарная диффузия в электрохимических системах	11	4	4	3
2.4	Особенности массопереноса в твердой фазе	11	4	4	3
3.	Раздел 3. Основы электрохимической кинетики и методы исследования электрохимических реакций	46	16	16	14
3.1	Кинетика элементарного акта переноса электрона	11	4	4	3
3.2	Кинетика сложных электрохимических реакций	17,5	6	6	5,5
3.3	Электрохимическая коррозия и защита от коррозии	17,5	6	6	5,5
4.	Раздел 4. Основы электрохимических нанотехнологий	46	16	16	14
4.1	Процессы и методы в электрохимических технологиях	17,5	6	6	5,5
4.2	Электрокатализ	17,5	6	6	5,5
4.3	Литий-ионный и литий-кислородный источники тока	11	4	4	3
	ИТОГО	180	64	64	52
	Экзамен	36			
	ИТОГО	216			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Строение заряженных межфазных границ

1.1. Электрохимические системы.

Предмет электрохимии. Типы электрохимических систем (гальванический элемент и электролизер). Определение катода и анода. Ток, протекающий через межфазную границу: фарадеевский ток и ток заряжения двойного электрического слоя. Закон Фарадея.

1.2. Скачки потенциала на межфазных границах.

Поверхностный, внутренний и внешний потенциалы. Гальвани- и вольт- потенциал. Проблема абсолютного скачка потенциала (проблема Вольта). Электродный потенциал. Уравнение Нернста.

1.3. Основные модельные представления о строении двойного электрического слоя. Строение заряженной межфазной границы по Грему. Расчет компонентов поверхностного заряда и скачков потенциала в двойном электрическом слое. Понятие идеально-поляризуемого и неполяризуемого электродов.

1.4. Адсорбция с переносом заряда.

Адсорбция с переносом заряда. Образование адатомов. Природа «подпотенциального» осаждения (u.p.d.). Совершенно поляризуемый электрод. Электрохимические методы определения истинной площади поверхности электрода.

Раздел 2. Основы массопереноса в электрохимических системах.

2.1. Суммарный поток и его составляющие.

Поток частиц к межфазной границе и его составляющие: диффузия, миграция и конвекция. Дивергенция суммарного потока. Законы Фика. Особенности диффузии к бесконечному плоскому электроду и сферическому микроэлектроду. Точный и приблизительный учет миграции. Теория конвективной диффузии. Вращающийся дисковый электрод.

2.2. Вольтамперометрия обратимых электрохимических систем.

Определение перенапряжения и поляризации, знаки перенапряжения. Стационарные и динамические методы исследования электрохимических систем. Обратимая электрохимическая волна, потенциал полуволны.

2.3. Нестационарная диффузия в электрохимических системах.

Нестационарная диффузия в потенциостатических и гальваностатических условиях. Циклическая вольтамперометрия. Уравнение Рендлса-Шевчика.

2.4. Особенности массопереноса в твердой фазе.

Массоперенос участников электрохимических реакций в твердой фазе. Интеркаляция и деинтеркаляция. Образование поверхностных сплавов.

Раздел 3. Основы электрохимической кинетики и методы исследования электрохимических реакций

3.1. Кинетика элементарного акта переноса электрона.

Перенос электрона в конденсированной среде. Внешне- и внутрисферный перенос электрона. Соотношения Маркуса. Уравнения Фрумкина, Батлера-Фольмера, Тафеля. Современные квантовохимические представления о природе элементарного электрохимического акта.

3.2. Кинетика сложных электрохимических реакций.

Электрохимические реакции с последовательным переносом электронов. Порядки электрохимических реакций. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса. Методы исследования кинетики сложных электрохимических реакций.

3.3. Электрохимическая коррозия и защита от коррозии.

Представление об электрохимической коррозии как о сопряженной электрохимической реакции. Потенциал свободной коррозии. Ток коррозии и методы его определения. Обзор методов защиты от коррозии.

Раздел 4. Основы электрохимических нанотехнологий

4.1. Процессы и методы в электрохимических технологиях.

Процессы, использующиеся в электрохимических технологиях осаждение металлов, оксидов, проводящих полимеров. Локальные и нелокальные электрохимические технологии.

4.2. Электрокатализ.

Основные механизмы электрокатализ. Электрокатализ реакций, происходящих в низкотемпературном топливном элементе (электрохимическом генераторе).

4.3. Литий-ионный и литий-кислородный источники тока.

Природа токообразующих реакций в литий-ионном источнике тока. Материалы электродов. Интеркаляция. Литий-кислородный источник тока.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
	Знать:					
1	– современные представления о строении заряженных границ металл-раствор и полупроводник-раствор	+	+			
2	– современные представления о кинетике электрохимических реакций с участием твердых веществ		+	+	+	
	Уметь:					
3	– выбрать адекватный метод исследования и рассчитать характерные параметры электрохимических реакций	+	+			
	– провести выбор электрохимических нанотехнологий для получения гибридных материалов			+	+	
	Владеть:					
5	– современными экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения	+	+	+	+	
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				
6	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+
7	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	+	+	+	+

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	Электрохимические системы. Два типа электрохимических систем: гальванический элемент и электролизер. Ток заряжения и фарадеевский ток. Количественные расчеты с использованием закона Фарадея. Решение задач.	4
2	1	Скачки потенциалов на межфазных границах. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электроды 1,2 и 3 рода, окислительно-восстановительные электроды. Решение задач.	4
3	1	Двойной электрический слой. Уравнение электрокапиллярности. Потенциалы нулевого заряда. Модельные представления о строении ДЭС. Решение задач на нахождение ψ_0 -потенциала методами Грэма-Парсонса и Гурвица-Парсонса.	4
4	1	Адсорбция с переносом заряда. Эффективная валентность электросорбции. Потенциалы полного и свободного нулевого заряда. Кривая заряжения и циклическая вольтамперограмма Pt/Pt и Pt/C-электродов в 0,5 М H_2SO_4 . Нахождение электрохимически активной (EASA) площади поверхности платинового электрода. Особенности определения EASA палладиевого электрода. Решение задач.	4
5	2	Суммарный поток и его составляющие. Диффузия, миграция и конвекция. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Вращающийся дисковый электрод. Уравнения Левича и Коутецкого-Левича. Вольтамперные кривые для обратимого окислительно-восстановительного электрода. Циклическая вольтамерометрия обратимого окислительно-восстановительного электрода. Уравнение Рэндлса-Шевчика. Решение задач.	4
6	2	Нестационарная диффузия к плоскому и сферическому электродам. Уравнения Коттрелла. Хронопотенциометрия. Уравнение Сэнда-Караогланова. Решение задач. Особенности массопереноса в твердой фазе.	4
7	3	Основные закономерности переноса электрона в электрохимических реакциях. Электронные термы. Соотношения Бренстеда-Поляни-Семенова. Уравнение Фрумкина. Уравнение Батлера-Фольмера. Уравнение Тафеля. Ток обмена, экспериментальное определение параметров электрохимической реакции. Решение задач.	4

8	3	Кинетика сложных электрохимических реакций. Стехиометрическое число стадий. Электрохимические реакции с последовательным переносом электронов. Порядки электрохимической реакции. Истинный и кажущийся коэффициенты переноса. Решение задач.	4
9	3	Кинетика реакций электрохимического выделения/ионизации водорода и электровосстановления кислорода. Электрохимическое окисление НСО-соединений. Модель параллельных реакций. Решение задач.	4
10	3	Сопряженные электрохимические реакции. Электрохимическая коррозия. Плотность тока и потенциал свободной коррозии. Методы защиты от коррозии. Решение задач.	4
11	4	Экспериментальные методы создания наносистем для электрохимических приложений. Полиольный синтез, высокотемпературное восстановление прекурсоров. Электроосаждение металлов, оксидов и проводящих полимеров. Метод гальванического вытеснения. Каталитические системы со структурой core-shell.	4
12	4	Электроосаждение металлов. Механизмы электрокристаллизации (Фольмера-Вебера, Франка-ван-дер-Мервэ, Странского-Крастанова). Мгновенная и прогрессирующая нуклеация. Интерпретация экспериментальных потенциостатических транзиентов тока.	4
13	4	Методы охарактеризовывания наноструктур в электрохимии. Электрохимические и неэлектрохимические методы.	4

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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (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 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (7 семестр) составляет 60 баллов.

Разделы 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса.

1. Основное уравнение электрокапиллярности для идеально-поляризуемого и совершенно поляризуемого электродов.
2. Определение истинной площади поверхности платинового и палладиевого электродов с использованием адатомов меди.
3. Расчет компонентов заряда на идеально-поляризуемом электроде по данным измерения электрической емкости методом Гурвица-Парсонса.
4. Эквивалентные схемы межфазной границы. Фарадеевский ток и ток заряжения ДЭС.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	10	7	7	6	30

Разделы 3, 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Суммарный поток и его составляющие. Дивергенция суммарного потока.
2. Уравнение Баттлера-Фольмера и его предельные случаи. Расчет плотности тока обмена электрохимической реакции.
3. Кинетика электроокисления метанола. Бифункциональный механизм электрокатализа

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1,2,3 и 4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

4. Предмет электрохимии. Типы электрохимических систем (гальванический элемент и электролизер). Определение катода и анода. Ток, протекающий через межфазную границу: фарадеевский ток и ток заряжения двойного электрического слоя. Закон Фарадея.
5. Поверхностный, внутренний и внешний потенциалы. Гальвани- и вольта- потенциал. Проблема абсолютного скачка потенциала (проблема Вольта). Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
6. Строение заряженной межфазной границы по Грему. Расчет компонентов поверхностного заряда и скачков потенциала в двойном электрическом слое. Понятие идеально-поляризуемого и неполяризуемого электродов.
7. Адсорбция с переносом заряда. Образование адатомов. Природа «подпотенциального» осаждения (u.p.d.). Совершенно поляризуемый электрод. Электрохимические методы определения истинной площади поверхности электрода.
8. Поток частиц к межфазной границе и его составляющие: диффузия, миграция и конвекция. Дивергенция суммарного потока. Законы Фика. Особенности диффузии к бесконечному плоскому электроду и сферическому микроэлектроду. Точный и приближительный учет миграции. Теория конвективной диффузии. Вращающийся дисковый электрод.
9. Определение перенапряжения и поляризации, знаки перенапряжения. Стационарные и динамические методы исследования электрохимических систем. Обратимая электрохимическая волна, потенциал полуволны.
10. Нестационарная диффузия в потенциостатических и гальваностатических условиях. Циклическая вольтамперометрия. Уравнение Рендлса-Шевчика.
11. Массоперенос участников электрохимических реакций в твердой фазе. Интеркаляция и деинтеркаляция. Образование поверхностных сплавов.
12. Перенос электрона в конденсированной среде. Внешне- и внутрисферный перенос электрона. Соотношения Маркуса. Уравнения Фрумкина, Батлера-Фольмера, Тафеля. Современные квантовохимические представления о природе элементарного электрохимического акта.
13. Электрохимические реакции с последовательным переносом электронов. Порядки электрохимических реакций. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса. Методы исследования кинетики сложных электрохимических реакций.
14. Представление об электрохимической коррозии как о сопряженной электрохимической реакции. Потенциал свободной коррозии. Ток коррозии и методы его определения. Обзор методов защиты от коррозии.
15. Процессы, используемые в электрохимических технологиях осаждение металлов, оксидов, проводящих полимеров. Локальные и нелокальные электрохимические технологии.
16. Электрокатализ. Основные механизмы электрокатализ. Электрокатализ реакций, происходящих в низкотемпературном топливном элементе (электрохимическом генераторе).
17. Природа токообразующих реакций в литий-ионном источнике тока. Материалы электродов. Интеркаляция. Литий-кислородный источник тока.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (7 семестр).

Экзамен по дисциплине «**Электрохимическое материаловедение**» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2,3 и 4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

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
	Кафедра Сколтеха
	04.03.01 Химия
	Профиль – «Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»
Электрохимическое материаловедение	
Билет № 1 1. Совершенно-поляризуемый электрод. Кривые заряджения и циклические вольтамперограммы Pt/Pt-электрода в растворах серной кислоты. 2. Квантово-химические представления о переносе электрона в конденсированных средах. Соотношения Бренстеда-Поляни-Семенова.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г.А. Электрохимия. С-Пб.: Лань. Изд 3-е, испр. 2015. 672 с.
2. Андреев Ю.Я. Электрохимия металлов и сплавов. М.: МИСИС. 2016. 326 с.
3. В. Плит. Электрохимия в материаловедении. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2015. 446 с.

Б. Дополнительная литература

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высшая школа. 1983. 400 с.
2. Фрумкин А.Н. Потенциалы нулевого заряда. М.: Наука. 1979.
3. Багоцкий В.С. Основы электрохимии. М.: Химия. 1988. 400 с.
4. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. Долгопрудный. Изд-во Интеллект. 2008. 424 с.
5. Кришталек Л.И. Электродные реакции. Механизм элементарного акта. М.: Наука 1979. 224 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ) ISSN 0869-5873;

Политематические базы данных (БД):

- США: CAPLUS; COMPENDEX;
- Великобритания: INSPEC;
- Франция: PASCAL.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций ;
- задания для текущего контроля освоения дисциплины
- задания для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на ЭО и ДОТ:

- сочетание технологий (ЕИОС; работа по E-mail, Zoom- конференция).

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 *«Электрохимическое материаловедение»* проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

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; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

.

.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Строение заряженных межфазных границ	<i>Знает:</i> – современные представления о строении заряженных границ металл-раствор и полупроводник-раствор <i>Умеет:</i> – выбрать адекватный метод исследования и рассчитать характерные параметры электрохимических реакций <i>Владеет:</i> – современными экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)
Раздел 2. Основы массопереноса в электрохимических системах.	<i>Знает:</i> – современные представления о строении заряженных границ металл-раствор и полупроводник-раствор – современные представления кинетике электрохимических реакций с участием твердых веществ. <i>Умеет:</i> – выбрать адекватный метод исследования и рассчитать характерные параметры электрохимических реакций <i>Владеет:</i> – современными экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)
Раздел 3. Основы электрохимической кинетики и методы исследования электрохимических реакций	<i>Знает:</i> – современные представления о кинетике электрохимических реакций с участием твердых веществ. <i>Умеет:</i> – провести выбор электрохимических нанотехнологий для получения гибридных материалов <i>Владеет:</i> – современными	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)

	экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения.	
Раздел 4. Основы электрохимических нанотехнологий	<i>Знает:</i> – современные представления кинетике электрохимических реакций с участием твердых веществ. <i>Умеет:</i> – провести выбор электрохимических нанотехнологий для получения гибридных материалов <i>Владеет:</i> – современными экспериментальными и расчетными методами в области электрохимического материаловедения.	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (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 – 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
«Электрохимическое материаловедение»

основной образовательной программы

04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы для генерации, преобразования и хранения энергии»

наименование ООП

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.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович ²¹
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 25:02:2026 19:06:27