

**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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы реакционной способности и механизмы реакций
органических соединений»**

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Автор программы: д.х.н., профессор Офицеров Е.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы реакционной способности и механизмы реакций органических соединений» относится к дисциплинам по выбору части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической и органической химии, а также современных методов синтеза органических соединений.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся систематизированных знаний о реакционной способности и механизмах реакций органических соединений, повышение научно-технической и методологической компетенций магистранта, необходимых для решения задач по синтезу биологически активных веществ.

Задачи дисциплины:

– формирование у обучающихся фундаментальной базы представлений о строении вещества как комплементарности трех термов: топологического, 3D и электронного, и взаимосвязи структуры со свойствами в соответствии с теорией химического строения органических соединений А.М. Бутлерова;

– формирование системных углубленных знаний в области реакционной способности и механизмов реакций органических соединений и выработка на основе этих знаний системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в области химии биологически активных веществ.

Дисциплина «Основы реакционной способности и механизмы реакций органических соединений» преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.); УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.
--------------	---	--

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – б) - Анализ опыта
		ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	

		<p>наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии</p>	<p>ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений; ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.</p>	
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Теоретические основы реакционной способности органических соединений при получении биологически активных веществ;
- Теоретические основы теории механизмов органических реакций;
- Основы каталитических процессов в органическом синтезе.

Уметь:

- Найти известные в литературных источниках или предложить рациональные схемы синтеза новых органических веществ;
- Обосновывать эффективность способа синтеза органических веществ на основе теории механизмов органических реакций, выбирать и применять к предмету своего исследования соответствующие способы синтеза целевых биологически активных веществ.

Владеть:

- Теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ;
- Теоретическими основами каталитических процессов в органическом синтезе.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,5
Лекции	0,475	17	12,75
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	2,05	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,05	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	<i>в т.ч. в форме пр. подг.</i>	Лекции	Прак. зан.	<i>в т.ч. в форме пр. подг.</i>	Сам. работа
1	Раздел 1. Основные положения теоретической органической химии – теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Строение и количественное описание структуры молекул	19	3	3	3	3	13
2	Раздел 2. Природа и классификация связей в органической химии	32	5	5	5	5	22
3	Раздел 3. Взаимное влияние атомов в молекуле и реакционная способность	32	5	5	5	5	22
4	Раздел 4. Механизмы реакций. Классификация реакций в органической химии по их механизмам	25	4	4	4	4	17
	ИТОГО	108	17	17	17	17	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные положения теоретической органической химии – теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Строение и количественное описание структуры молекул.

Предмет и задачи теоретической органической химии. Связь структуры и свойств. Уравнения и процессы. Процесс как переход из одного состояния в другое. Два типа уравнений: уравнения, описывающие состояния; уравнения, описывающие процессы.

Точность уравнений: уравнения, описывающие динамическую систему, состоящую из трех или более тел. Степень приближения. Авогадро или число молекул или атомов в моле вещества. Агрегатные состояния вещества и реакции. Вакансии в жидкости и оценка их энергии.

Структурная химия. Структура механическая и структура электронная. Связь строения органических соединений с реакционной способностью и свойствами вещества. Свойства органических веществ: качественные и количественные. Экстенсивные и интенсивные свойства. Аддитивность в описании свойств. Экстенсивные параметры. Проблема количественного описания реакционной способности органических соединений. Константа скорости и методы ее определения.

Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова как основа построения фундаментальной зависимости структура-свойства. Современные теории и подходы к описанию взаимосвязи структура-свойство в химии, биохимии, медицинской химии. Используемые дескрипторы.

Раздел 2. Природа и классификация связей в органической химии.

Природа химической связи. Исторические аспекты: от Берцелиуса до Полинга. Характеристики связей. Классификация связей на основе представлений Полинга об электроотрицательности: ковалентные, ковалентные полярные и ионные. Недостатки теоретических воззрений об ионных связях. Критика представлений об электроотрицательности В. Хюккелем. Развитие представлений о строении атома. Волновое уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Атомные орбитали. Функции плотности вероятности. Метод валентных связей и концепция резонанса. Метод молекулярных орбиталей. Приближение МО-ЛКАО. Вариационный принцип определения энергии молекулярных орбиталей. Кулоновский и резонансный интегралы. Интегралы перекрывания. Рассмотрение молекулярного иона водорода. Орбитали связей σ - и π -типа. Индексы реакционной способности органических соединений, полученные в результате квантовохимических методов расчета.

Теория возмущений молекулярных орбиталей (ВМО) в органической химии. Одноцентровые возмущения. Внутримолекулярное и межмолекулярное связывание. Аддитивность возмущений. Альтернантные углеводороды и теорема парности.

Основные положения теории валентности. Валентные состояния атомов; гибридизация атомных орбиталей; типы гибридных орбиталей (sp^n и sp^{ndm}); связь межорбитального угла с характером орбиталей; качественная картина образования химических связей путем перекрывания атомных орбиталей; принцип максимального перекрывания орбиталей (самостоятельное повторение). Межорбитальные и валентные углы в напряженных циклах. Описание углерод-углеродных связей в циклопропане.

Классификация связей на основе теоремы Г. Гельмана-Феймана, как один из способов преодоления недостатков существующей классификации.

Раздел 3. Взаимное влияние атомов в молекуле и реакционная способность.

Полярность ковалентных связей. Дипольные моменты связей и молекул. Шкала электроотрицательностей Полинга и Малликена. Зависимость электроотрицательности атома углерода от его валентного состояния. Поляризуемость ковалентных связей. Индукционный механизм передачи влияния заместителей. Качественная оценка силы и направления индукционных эффектов заместителей. Эффект поля, его описание по

Кирквуду-Вестхаймеру. Количественная оценка влияния заместителей на реакционную способность при индукционном механизме передачи влияния. Выбор индукционных констант заместителей по Тафту. Связь между строением заместителей и его индукционной константой. Уравнение Тафта. Оценка полярных эффектов по Робертсу и Мореленду. Сопряженный механизм передачи влияния заместителей. Правило винилологии и его объяснение. Качественная оценка силы и направления мезомерных эффектов. Характер влияния различных типов заместителей на распределение электронной плотности в бензольном ядре. Передача электронных эффектов заместителей через бензольное кольцо. Зависимость эффективности влияния от взаимного расположения заместителя и реакционного центра. Влияние пространственных препятствий копланарности заместителя М-типа и ароматического ядра на эффективность электронного влияния заместителя. Принцип полилинейности. Уравнение Гаммета и примеры его применения. Необходимость использования нескольких шкал σ -констант заместителей. Корреляционные соотношения ρ_K – ρ для модельных соединений лигнина. Принцип линейности свободных энергий (ЛСЭ). Термодинамический анализ уравнения Гаммета.

Теория двойных соударений. Теория активированного комплекса. Реакционный комплекс (реагенты и растворитель) как диссипативная структура Пригожина. Изокинетическое соотношение.

Раздел 4. Механизмы реакций. Классификация реакций в органической химии по их механизмам.

Общие принципы классификации механизмов органических реакций. Проблемы и алгоритм установления механизма. Классификация механизмов реакций на основе формализма тождественности последовательности стадий. Определение элементарной стадии. Реакции электрофильного присоединения по кратным связям $C=X$ ($X=C, N, O$) как пример рационального подхода к определению механизма реакции. Реакции электрофильного замещения в ароматическом кольце как частый случай электрофильного присоединения по $C=C$ -связи. Понятие об аллильном карбкатионе и вывод из распределения электронной плотности в аллильном катионе двух классов ориентантов: ориентанты первого и второго рода в ароматическом кольце.

Исследование механизмов реакций. Подход с позиций реакционной серии. Механизм передачи эффектов заместителей. Характеристика заместителей с точки зрения электронного влияния: индуктивный и мезомерный эффекты. Влияние среды на проявление эффекта заместителей. Инверсия реакционной способности при переходе от воды к органическим заместителям. Проблема использования ρ_K диссоциации. Влияние ароматичности на стабилизацию промежуточных продуктов. Количественная оценка М- и I-эффектов заместителей на основе эмпирических данных. Индуктивные сигма-константы заместителей. Сигма-пара и сигма-мета константы заместителей в ароматическом ядре. Проблема орта-положения. Уравнение Гамета. Реакционная константа и её численные значения. Роль реакционной константы в установлении механизма реакции. Уравнение Тафта.

Механизм электрофильного ароматического замещения S_E как аналог электрофильного присоединения к алифатическим двойным связям Ad_E . Механизм электрофильного присоединения к несопряженной π - $C=X$ ($X=C, O, N$)-связи. Электрофильные реагенты, способы получения и активации электрофильных реагентов. Активация кратной связи. Влияние М- и I-заместителей. Двухступенчатый механизм электрофильного присоединения – образование π - и σ -комплексов. Стабилизация σ -комплекса или карбкатиона, в том числе в случае изобутилена и родственных соединений (замещение атома водорода). Правило Марковникова. Закономерности пространственного протекания электрофильного присоединения (транс-присоединение). Конкуренция нуклеофила и растворителя во второй стадии реакции. Сольватно-разделенные и контактные ионные пары. Присоединение к напряженным олефинам. Цис-продукты.

Особенности электрофильного присоединения по карбонильной группе. ВЗМО-орбитали карбонильной группы. Проблемы классификационного отнесения реакции присоединения. Лимитирующая стадия реакции и катализ реакции присоединения. Восстановление карбонильной группы гидридами металлов. Псевдонуклеофильные реакции присоединения к карбонильной группе.

Наиболее важные реакции электрофильного присоединения по π -C=C-связи:

Механизм электрофильного присоединения к сопряженным π -C=X (X=C, O, N)-связям. Электрофильное присоединение к сопряженным 1,3- π -связям C=X (X=C, O, N) как частный случай Ad_E . Особенности присоединения. Стабилизация карбкатиона. Аллильный карбкатион. 1,4- и 1,2-присоединение. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
	Знать:					
1	– Теоретические основы реакционной способности органических соединений при получении биологически активных веществ;	+	+	+	+	
2	– Теоретические основы теории механизмов органических реакций;			+	+	
3	– Основы каталитических процессов в органическом синтезе.				+	
	Уметь:					
4	– Найти известные в литературных источниках или предложить рациональные схемы синтеза новых органических веществ;				+	
5	– Обосновывать эффективность способа синтеза органических веществ на основе теории механизмов органических реакций, выбирать и применять к предмету своего исследования соответствующие способы синтеза целевых биологически активных веществ.			+	+	
	Владеть:					
6	– Теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ;	+	+	+	+	
7	– Теоретическими основами каталитических процессов в органическом синтезе.				+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
8	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.);	+	+	+	+
9		УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.	+	+	+	+

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
10	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;	+	+	+	+
11		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	+	+	+	+
12	ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов				+
13	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	+	+	+	+
14		ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений;				+
15		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	+	+	+	+

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	Связь строения органических соединений с реакционной способностью и свойствами вещества. Свойства органических веществ: качественные и количественные. Экстенсивные и интенсивные свойства. Аддитивность в описании свойств. Экстенсивные параметры. Проблема количественного описания реакционной способности органических соединений. Константа скорости и методы ее определения. Теория химического строения органических соединений А.М.Бутлерова как основа построения фундаментальной зависимости структура-свойства. Современные теории и подходы к описанию взаимосвязи структура-свойство в химии, биохимии, медицинской химии. Используемые дескрипторы.	3
2	2	Природа химической связи. Исторические аспекты: от Берцелиуса до Полинга. Характеристики связей. Классификация связей на основе представлений Полинга об электроотрицательности: ковалентные, ковалентные полярные и ионные. Развитие представлений о строении атома. Волновое уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Функции плотности вероятности. Метод валентных связей и концепция резонанса. Метод молекулярных орбиталей. Приближение МО-ЛКАО. Вариационный принцип определения энергии молекулярных орбиталей. Кулоновский и резонансный интегралы. Теория возмущений молекулярных орбиталей (ВМО) в органической химии. Основные положения теории валентности. Валентные состояния атомов; гибридизация атомных орбиталей. Классификация связей на основе теоремы Г.Гельмана-Феймана, как один из способов преодоления недостатков существующей классификации.	5
3	3	Полярность ковалентных связей. Дипольные моменты связей и молекул. Шкала электроотрицательностей Полинга и Маллиkena. Количественная оценка влияния заместителей на реакционную способность при индукционном механизме передачи влияния. Выбор индукционных констант заместителей по Тафту.	5

		<p>Связь между строением заместителей и его индукционной константой. Уравнение Тафта. Оценка полярных эффектов по Робертсу и Мореленду. Сопряженный механизм передачи влияния заместителей. Правило винилологии и его объяснение.</p> <p>Качественная оценка силы и направления мезомерных эффектов. Характер влияния различных типов заместителей на распределение электронной плотности в бензольном ядре. Передача электронных эффектов заместителей через бензольное кольцо. Зависимость эффективности влияния от взаимного расположения заместителя и реакционного центра. Влияние пространственных препятствий копланарности заместителя М-типа и ароматического ядра на эффективность электронного влияния заместителя. Принцип полилинейности.</p> <p>Уравнение Гаммета и примеры его применения. Необходимость использования нескольких шкал σ-констант заместителей. Корреляционные соотношения $\rho_K - \rho$ для модельных соединений лигнина. Принцип линейности свободных энергий (ЛСЭ). Термодинамический анализ уравнения Гаммета.</p> <p>Теория двойных соударений. Теория активированного комплекса. Реакционный комплекс (реагенты и растворитель) как диссипативная структура Пригожина. Изокинетическое соотношение.</p>	
4	4	<p>Общие принципы классификации механизмов органических реакций. Проблемы и алгоритм установления механизма. Классификация механизмов реакций на основе формализма тождественности последовательности стадий. Определение элементарной стадии.</p> <p>Исследование механизмов реакций. Подход с позиций реакционной серии. Механизм передачи эффектов заместителей. Характеристика заместителей с точки зрения электронного влияния: индуктивный и мезомерный эффекты.</p> <p>Реакции электрофильного присоединения.</p> <p>Механизм электрофильного ароматического замещения. Особенности электрофильного присоединения по карбонильной группе. Наиболее важные реакции электрофильного присоединения по π-C=C-связи. Электрофильное присоединение к сопряженным 1,3- π-связям.</p>	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;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку реферата по индивидуальной тематике;
- подготовку к сдаче зачета 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), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Явление затухающей осцилляции свойств в гомологических рядах
2. Топологические представления в органической химии. Теория графов.
3. Современные представления о структуре и классификации химической связи.
4. Современное состояние теории химического строения А.М.Бутлерова. Вклад российских химиков в развитие теории.
5. Новая химия Шилова.
6. История развития электронных представлений в органической химии. От Берцелиуса до наших дней.
7. Моменты инерции и их использование в современной химии
8. Моменты инерции алканов и галогенпроизводных алканов. Вычисления и использования.
9. Моменты инерции в корреляционном анализе.
10. Моменты инерции в теории химического строения органических соединений
11. Использование моментов инерции в прогнозировании физико-химических свойств органических соединений.
12. Составляющие главной статистической суммы и их использование в органической химии при описании свойств.
13. Современные представления о механизме реакций электрофильного ароматического замещения. Соотношение селективностей Стока-Брауна.
14. Современные представления о механизме реакций нуклеофильного ароматического замещения.

15. Ионные пары в реакциях нуклеофильного замещения в алифатическом ряду.
Каталитические и солевые эффекты.
16. Электрофильное присоединение к алкенам и метод молекулярных орбиталей.
17. Современные представления о механизме реакций отщепления, диаграммы О'Ферола.
18. Молекулярные перегруппировки в свете общих принципов органической химии.
19. Квантово-химическое описание радикальных перегруппировок.
20. Проблема неклассических карбокатионов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы: контрольная работа №1 по разделам 1 и 2 (максимальная оценка – 15 баллов), контрольная работа №2 по разделу 3 (максимальная оценка – 15 баллов) и контрольная работа №3 по разделу 4 (максимальная оценка – 10 баллов).

Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Предмет и задачи теоретической органической химии.
2. Связь структуры и свойств.
3. Уравнения и процессы. Процесс как переход из одного состояния в другое.
4. Два типа уравнений: уравнения, описывающие состояния и уравнения, описывающие процессы.
5. Агрегатные состояния вещества и реакции. Вакансии в жидкости и оценка их энергии.
6. Структурная химия. Структура механическая и структура электронная.
7. Связь строения органических соединений с реакционной способностью и свойствами вещества.
8. Свойства органических веществ: качественные и количественные. Экстенсивные и интенсивные свойства.
9. Аддитивность в описании свойств.
10. Экстенсивные параметры.
11. Проблема количественного описания реакционной способности органических соединений.
12. Константа скорости и методы ее определения.
13. Константа скорости каталитической реакции.
14. Проблемы количественного описания структуры молекулы.
15. Обходные пути решения проблемы взаимосвязи структуры и свойств органических соединений.
16. Взаимосвязь структура – физические (интенсивные свойства) – реакционная способность (кинетические свойства).
17. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова как основа построения фундаментальной зависимости структура-свойства.
18. Современные теории и подходы к описанию взаимосвязи структура-свойство в химии, биохимии, медицинской химии. Используемые дескрипторы.
19. Три типа дескрипторов для описания химического строения органических соединений как следствие теории А.М. Бутлерова и построение регрессионных уравнений, связывающих взаимосвязь структуры и свойства.
20. 1 D-дескрипторы. Топологический подход как один из способов количественного описания структуры молекул.
21. Использование топологии для количественного описания структуры молекул. Теоретико-множественная топология: Структурная формула \longrightarrow граф \rightarrow теория графов \rightarrow топологический индекс молекулы \rightarrow количественная характеристика молекулы.

22. Молекулярные графы и матрицы (матрицы расстояний и матрицы смежности). Топологические индексы. Индекс Винера. Расчет индекса Винера.
23. Примеры использования индекса Винера для решения и практических задач органической химии: как дескриптора при количественном описании структуры;
24. Построение зависимостей структура-свойство или структура-активность;
25. Предсказание направления взаимодействия или Принцип наименьшего изменения структуры (ПНИС) на примере правила В. Марковникова.
26. Кинетический и термодинамический контроль реакции и ПНИС.
27. Три степени свободы и их реализация в зависимости от агрегатного состояния вещества.
28. Оси вращения и энергия вращательного движения, как фактор, определяющий свойства и реакционную способность в жидкой фазе.
29. Момент инерции вращательного движения (J) как численная характеристика пространственной структуры молекулы органического соединения.
30. Расчет момента инерции вращательного движения. Зависимости структура-свойства при использовании момента инерции как дескриптора описания структуры.
31. Причины разбиения гомологических рядов алканов и их производных на два ряда – с четным и нечетным числом атомов углерода.
32. Причина выпадения из зависимостей первых членов гомологических рядов.
33. Четные и нечетные производные в природе. Явление затухающей осцилляции свойств в гомологических рядах и его природа.
34. $J_w = MW^{2/3}$ – как характеристика момента инерции вращательного движения.
35. Свойства веществ как функция характеристики момента инерции вращательного движения.
36. Связь характеристики момента инерции вращательного движения с физико-химическими, термодинамическими и кинетическими свойствами вещества.
37. Дескрипторы электронной структуры органических соединений.
38. Потенциалы ионизации (ПИ) и сродство к электрону (СЭ) как численные характеристики электронного строения органических соединений или электронные дескрипторы структуры.
39. Методы определения ПИ и СЭ.
40. Фотоэлектронная спектроскопия и теорема Купманса.
41. Теория МО. ВЗМО и НСМО, и их использование при описании реакционной способности).

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Произведите сопоставление орбиталей π -связей в молекулах этилена, пропилена и изобутилена.
2. Какие отличия в строении ВЗМО и НСМО наблюдаются у указанных соединений.
3. Объясните понятия «зарядовый контроль» и «орбитальный контроль». Приведите примеры реакций.
4. Схематично изобразите относительное расположение энергетических уровней орбиталей π -связей изобутилена и ацетона. В чем проявляется их сходство и различие?
5. Найдите индекс Винера продуктов присоединения HCl к пропилену по правилу Марковникова и против правила. Соблюдается ли принцип наименьшего изменения структуры А.М.Бутлерова?
6. Роль π -комплексов в электрофильном присоединении по кратным связям $\text{C}=\text{C}$ и $\text{C}=\text{O}$. Приведите примеры образования π -комплексов.
7. Приведите механизм реакции Вильямсона.

8. Природа химической связи. Исторические аспекты: от Берцелиуса до Полинга. (Самостоятельное повторение; в лекциях отдельные комментарии по некоторым вопросам).
9. Характеристики связей.
10. Классификация связей на основе представлений Полинга об электроотрицательности: ковалентные, ковалентные полярные и ионные.
11. Недостатки теоретических воззрений об ионных связях. Критика представлений об электроотрицательности В.Хюккелем.
12. Метод валентных связей и концепция резонанса. Теория возмущений молекулярных орбиталей (ВМО) в органической химии.
13. Основные положения теории валентности. Межорбитальные и валентные углы в напряженных циклах;
14. Описание углерод-углеродных связей в циклопропане. Соединения с "инвертированной» тетраэдральной геометрией.
15. Классификация связей на основе теоремы Г.Гельмана-Феймана, как один из способов преодоления недостатков существующей классификации.
16. Три вида связей: вид водорода или Н-Н,
17. Вид Н-Элемент (два типа), вид Э-Э (три типа).
18. Анализ геминальных и вицинальных взаимодействий на основе представлений о центроидах заряда.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Представления о взаимном влиянии атомов в молекулах – от Бутлерова и Марковникова до А.Н. Верещагина и наших дней.
2. Полярность ковалентных связей. Дипольные моменты связей и молекул.
3. Индукционный механизм передачи влияния заместителей. Качественная оценка силы и направления индукционных эффектов заместителей. Эффект поля и его описание.
4. Количественная оценка влияния заместителей на реакционную способность при индукционном механизме передачи влияния.
5. Выбор индукционных констант заместителей по Тафту. Связь между строением заместителей и его индукционной константой.
6. Уравнение Тафта.
7. Характер влияния различных типов заместителей на распределение электронной плотности в бензольном ядре. Передача электронных эффектов заместителей через бензольное кольцо.
8. Зависимость эффективности влияния от взаимного расположения заместителя и реакционного центра. Влияние пространственных препятствий копланарности заместителя М-типа и ароматического ядра на эффективность электронного влияния заместителя. Принцип полилинейности.
9. Уравнение Гаммета и примеры его применения. Необходимость использования нескольких шкал σ -констант заместителей.
10. Принцип линейности свободных энергий (ЛСЭ). Термодинамический анализ уравнения Гаммета.
11. Теория двойных соударений.
12. Недостатки ТДС: несоответствие экспериментальным данным, не учитывает структуру и трансформацию структуры молекул в ходе взаимодействия, нельзя рассчитать предэкспоненциальный фактор.
13. Проблема учета влияния растворителя.
14. Теория активированного комплекса (теория абсолютных скоростей реакций, теория переходного состояния).

15. История создания ТАК (Эйринг, Эванс, Поляни). Основные положения ТАК Степени свободы.
16. Состояния и статистические суммы: большая и малые статистические суммы.
17. Поступательные, вращательные и колебательные малые статистические суммы и уравнения их выражения.
18. Основы ИК-спектроскопии.
19. Недостатки и ограничения ТАК.
20. Реакционный комплекс (реагенты и растворитель) как диссипативная структура Пригожина. Потоки энтропии. Колебание энтропии в реакционном комплексе.
21. Основное уравнение теории реакционного комплекса как диссипативной структуры Пригожина.
22. Изокинетическое соотношение. Изокинетическая температура.
23. Изоэнтальпийные и изоэнтропийные серии, изоэнтропийно-изоэнтальпийные серии.
24. Кинетический компенсационный эффект.
25. Способы определения изокинетической температуры.
26. Траектория реакционной способности молекул в изоэнтальпийной области.
27. Ограниченность представлений классической теоретической органической химии
28. Поверхности потенциальных энергий

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Зачет с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса по 20 баллов каждый.

1. Зависимости структура-свойства (физиологическая активность).
 2. Вращательное движение и его характеристики. Моменты инерции вращательного движения как дескриптор количественного описания пространственного строения молекулы.
 3. Эффект сверхсопряжения или гиперконъюгации.
 4. Гош-эффект, аномерный эффект.
 5. Соотношение молекула-вещество и уровни химической организации материи: - атомный уровень (ковалентный и Ван-дер-Ваальсов радиусы, электроотрицательность), молекулярный уровень (основное и возбужденное состояния), супрамолекулярный или надмолекулярный (ассоциаты, самоассоциация и самоорганизация с т.з. энтальпии и энтропии, молекулярная биология как раздел супрамолекулярной химии).
 4. Факторы, определяющие реакционную способность органических соединений.
- Теория двойных соударений
6. Свойства молекул: физические и химические; индивидуальные и коллигативные. Свойства количественные и качественные. Свойства вещества интенсивные и экстенсивные
 7. Факторы, определяющие реакционную способность органических соединений. Теория активированного комплекса или переходного состояния.
 8. Индуктивный эффект и проблема передачи электронного влияния по сигма связям. Соотношение между Фельд-эффектом и индукцией по связям. Индуктивные сигма константы в алифатическом ряду на примере 4-Х-бицикло[2.2.2]октанкарбоновой кислоты. Соотношение ЛСЭ как основа использования сигма-констант в химии.
 9. Соотношение: структура \longrightarrow физико-химические свойства

\searrow
химические и биологические.
 10. Альфа (положительный и отрицательный) эффект

11. Потенциал ионизации и энергия сродства к электрону. Изменение уровней энергии орбиталей в ряду элементов ПТМ.
12. Теория химического строения органических соединений А.М.Бутлерова и проблемы количественного описания структуры.
13. Стереoeлектронные взаимодействия в химии. Центроиды зарядовой плотности.
14. Проблемы влияния орто-заместителей в ароматическом цикле.
15. Классификация трансформации молекул по типу изменения структуры:
 - синтез,
 - деструкция,
 - замещениеи по характеру (радикальные, ионные, согласованные).
16. Способы пространственного изображения молекул.
Проекционные формулы Розанова-Фишера
R,S-номенклатура Прелога-Кана-Ингольда
D,L-номенклатура (Розанов, 1906 г.)
17. Кинетика органических реакций
18. Проблема определения механизма реакции: скорость определяющая стадия и проблемы классификации реакций на основе их механизма. Методологический подход к рассмотрению механизма реакции на примере электрофильного присоединения к кратным связям ($C=X$) или AdE .
19. Теория активированного комплекса или переходного состояния. Поверхность потенциальной энергии.
20. Сигма-константы Гаммета и уравнение Гаммета. Проблема орто-заместителей. Анализ сигма-констант Гаммета
21. Аллильный карбокатион и электрофильное присоединение и замещение в ароматическом ряду. Особенности присоединения по карбонильной группе и к иминам.
22. Каталитические и некаталитические реакции. («Самопроизвольных или некаталитических реакций, вероятно, в природе не существует» М.И.Кабачник).
23. Самосогласованные и синхронные реакции.
24. Теория химического строения органических соединений А.М.Бутлерова. Роль Кекуле, Купера и вклад А.М.Бутлерова. Основные положения теории: последовательность атомов в молекуле, пространственное расположение атомов в молекуле,
 - распределение силы химического сродства
 - взаимное влияние атомов,
 - зависимость химических свойств от структуры соединения.
25. Колебательная и вращательная малые статсуммы и методы колебательно-вращательной спектроскопии (ИК и КР спектроскопия).
26. Орбитально контролируемые реакции. Перициклические реакции. Реакция Дильса-Альдера. Нейтральный диеновый синтез. Энергия стабилизации
27. Развитие теории химического строения органических соединений: два направления – структурное и химическое (изучение химической структуры и исследование химического процесса: «Надо изучать химические процессы, а не отдельные вещества»). Вырождение ТХСОС в «Структурную теорию».
28. Орбитально контролируемые реакции. Перициклические реакции. Реакция Дильса-Альдера. Нейтральный диеновый синтез. Энергия стабилизации
29. Статсуммы и сечение реакции
30. Свойство как функция структуры. Понятие структуры по Бутлерову. Дескрипторы структуры, их иерархия (элементного уровня, структурной формулы, электронной структуры, молекулярной формулы, межмолекулярных взаимодействий) и их информационное содержание.
31. Статсуммы и сечение реакции.
32. Зарядно и орбитально контролируемые реакции.

33. Топологический подход и топологические индексы в описании первичной структуры. Индексы Винера и их вычисление. Корреляционная взаимосвязь индекса Винера и свойств молекулы и вещества. Примеры расчетов. Особенности описания гомологических рядов четных и нечетных алканов и их производных. Дополнение принципа гомологичности.
34. Орбитально контролируемые реакции. Перициклические реакции. Реакция Дильса-Альдера. Нейтральный диеновый синтез. Энергия стабилизации
35. Термы химического строения: топологические (1D), пространственные (3D), электронные. Количественная характеристика термов.
36. Топологический подход и топологические индексы в описании первичной структуры. Индексы Винера и их вычисление. Корреляционная взаимосвязь индекса Винера и свойств молекулы и вещества. Примеры расчетов. Особенности описания гомологических рядов четных и нечетных алканов и их производных. Дополнение принципа гомологичности.
37. Орбитально контролируемые реакции. Перициклические реакции. Реакция Дильса-Альдера. Нейтральный диеновый синтез. Энергия стабилизации.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Основы реакционной способности и механизмы реакций органических соединений» проводится во 2-м семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</p> <p>_____ М.С. Ощепков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	04.04.01 Химия
	Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
«Основы реакционной способности и механизмы реакций органических соединений»	
Билет № 1	
<p>1. Соотношение молекула-вещество и уровни химической организации материи: - атомный уровень (ковалентный и Ван-дер-Ваальсов радиусы, электроотрицательность), молекулярный уровень (основное и возбужденное состояния), супрамолекулярный или надмолекулярный (ассоциаты, самоассоциация и самоорганизация с т.з. энтальпии и энтропии, молекулярная биология как раздел супрамолекулярной химии).</p> <p>2. Орбитально контролируемые реакции. Перициклические реакции. Реакция Дильса-Альдера. Нейтральный диеновый синтез. Энергия стабилизации.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М., Химия, 1984. (Базовый учебник).
2. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов; в 3 т. / В. Ф. Травень. - М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004. (Базовый учебник).

Б. Дополнительная литература

1. К.Ингольд. Теоретические основы химии. М.: Мир. 1973. С.213
2. Дж.Марч. Органическая химия. М.: Мир. 1987. т.1. С.270
3. В.А.Пальм. Введение в теоретическую органическую химию. Учеб. Пособие для ун-тов. М.: Высш. школа. 1974. с.220
4. В.Ф. Травень. Электронная структура и свойства органических молекул. М.: Химия, 1989.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Журнал Органической химии», ISSN: 0514-7492
- «Журнал Общей химии», ISSN: 0044-460X
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Кристаллография», ISSN: 0023-4761
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN: 0023-110X
- «Tetrahedron», ISSN: 0040-4020
- «Tetrahedron Letters», ISSN: 0040-4039
- «Tetrahedron: Asymmetry», ISSN: 0957-4166
- «Journal of Crystal Growth», ISSN: 0022-0248
- «Mendeleev Communication», ISSN: 0959-9436
- «Chirality», ISSN: 0899-0042
- «Stereochemistry», ISSN: 1024-2430
- «Journal of Organic Chemistry», ISSN: 0022-3263
- «Journal of the American Chemistry Society», ISSN: 0002-7863
- «European Journal of Organic Chemistry», ISSN: 1099-069
- <http://webbook.nist.gov/chemistry/> - база данных Национального института стандартизации и технологии США по свойствам соединений;

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 реакционной способности и механизмы реакций органических соединений» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации и наглядные 3D-модели к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Бессрочная
2.	Microsoft Office	Контракт №	Лицензия на ПО,	12 месяцев

	Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	принимающее участие в образовательных процессах.	(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/ вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Основные положения теоретической органической химии – теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Строение и количественное описание структуры молекул	<i>Знает:</i> – Теоретические основы реакционной способности органических соединений при получении биологически активных веществ; <i>Владеет:</i> – Теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка за зачет
Раздел 2. Природа и классификация связей в органической химии	<i>Знает:</i> – Теоретические основы реакционной способности органических соединений при получении биологически активных веществ; <i>Владеет:</i> – Теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка за зачет
Раздел 3. Взаимное влияние атомов в молекуле и реакционная способность	<i>Знает:</i> – Теоретические основы реакционной способности органических соединений при получении биологически активных веществ; – Теоретические основы теории механизмов органических реакций; <i>Умеет:</i> – Обосновывать эффективность способа синтеза органических веществ на основе теории механизмов	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за реферат Оценка за зачет

	<p>органических реакций, выбирать и применять к предмету своего исследования соответствующие способы синтеза целевых биологически активных веществ.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ; 	
<p>Раздел 4. Механизмы реакций. Классификация реакций в органической химии по их механизмам</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Теоретические основы реакционной способности органических соединений при получении биологически активных веществ; – Теоретические основы теории механизмов органических реакций; – Основы каталитических процессов в органическом синтезе. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Найти известные в литературных источниках или предложить рациональные схемы синтеза новых органических веществ; – Обосновывать эффективность способа синтеза органических веществ на основе теории механизмов органических реакций, выбирать и применять к предмету своего исследования соответствующие способы синтеза целевых биологически активных веществ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ; – Теоретическими основами каталитических процессов в органическом синтезе. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

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 реакционной способности и механизмы реакций органических соединений»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия

магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

Форма обучения: очная

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

**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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Полимеры в фармацевтической технологии»**

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на Кафедре химии и технологии биомедицинских препаратов, авторы программы: к.х.н., доцент А.Г. Поливанова, д.х.н., доцент М.С. Ощепков, ассистент Д.Ю. Юрьев.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания специальных дисциплин фармацевтической направленности кафедрой химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Полимеры в фармацевтической технологии» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии и биохимии.

Цель дисциплины – состоит в углублении знаний и умений студентов в области химии полимеров, изучении современных представлений о структуре полимеров, особенностях их свойств и практического использования в медицинской практике, а также в области современных и перспективных технологий создания новых биомедицинских препаратов на основе полимеров.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных знаний о строении, свойствах и возможных направлениях химической модификации основных классов природных и синтетических полимеров, используемых в различных отраслях фармацевтической химии и биомедицинской технологии;
- формирование у обучающихся системных знаний о направлениях и особенностях применения полимеров синтетического и природного происхождения в области фармацевтической и биомедицинской химии;
- формирование у обучающихся базовых знаний об особенностях применения синтетических и природных полимеров для создания систем адресной доставки лекарственных веществ.

Дисциплина «Полимеры в фармацевтической технологии» преподаётся в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.);

	коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.
--	---	--

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) - Анализ опыта
			ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- виды и классификацию полимеров;
- химические свойства различных классов полимеров и биополимеров;
- основные методы определения физико-химических свойств различных классов полимеров;
- возможности применения различных классов полимеров для создания биомедицинских препаратов;

Уметь:

- определять мономерные звенья различных классов полимеров и их синтетических производных;
- определять химическую природу полимера и возможные направления его химической модификации при разработке биомедицинских препаратов на его основе;
- оценивать возможности применения конкретного полимера при разработке различных видов биомедицинских препаратов;

Владеть:

- терминологией и номенклатурой в области химии полимеров;
- теоретическими знаниями в области разработки биомедицинских препаратов на основе полимеров.

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:	0,95	34	25,5
Лекции	0,475	17	12,75
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	2,05	74	55,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,05	74	55,5
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	Акад. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Основы химии высокомолекулярных соединений. Физико-химические свойства высокомолекулярных соединений	21	3	3	3	3	15
1.1	Введение	7	1	1	1	1	5
1.2	Основы химии высокомолекулярных соединений	7	1	1	1	1	5
1.3	Физико-химические свойства высокомолекулярных соединений	7	1	1	1	1	5
2.	Синтетические полимеры и их применение в фармацевтической и биомедицинской химии	27	4	4	4	4	19
3.	Основные классы биополимеров и их применение в биомедицинской практике.	60	10	10	10	10	40
3.1	Биополимеры: общая характеристика, особенности строения и области применения	12	2	2	2	2	8
3.2	Биополимеры на основе полисахаридов и их применение в области фармацевтики и биомедицины	48	8	8	8	8	32
	ИТОГО	108	17	17	17	17	74
	Экзамен	36					
	ИТОГО	144					

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы химии высокомолекулярных соединений. Физико-химические свойства высокомолекулярных соединений.

1.1. Введение. Предмет и задачи химии высокомолекулярных соединений. Функциональное назначение синтетических и природных полимеров, применяемых в фармацевтической технологии. Перспективы использования синтетических и природных полимеров в биомедицинской химии.

1.2. Основы химии высокомолекулярных соединений. Классификация полимеров. Методы синтеза полимеров. Химические превращения полимеров. Растворы полимеров.

1.3. Физико-химические свойства высокомолекулярных соединений. Физические и физико-химические свойства полимеров и методы их анализа. Молекулярно-массовое распределение. Конфигурация и конформация.

Раздел 2. Синтетические полимеры и их применение в фармацевтической и биомедицинской химии. Полиэтиленоксиды, полоксамеры, плуроники, политетрагидрофуран, полибутиленоксид, полилактиды и их применение в биомедицине. PLGA как перспективное средство доставки лекарственных веществ. Кремнийорганические полимеры и их применение в медицине. Поливинилацетат и поливиниловый спирт и их применение в биомедицине. Полимерные кровезаменители. Медико-биологическая характеристика важнейших полимерных материалов: биосовместимость, функциональность, химический состав, гемосовместимость, цитотоксичность.

Раздел 3. Основные классы биополимеров и их применение в биомедицинской практике.

3.1. Биополимеры: общая характеристика, особенности строения и области применения. Общее представление о природных биополимерах. Классификация природных биополимеров. Особенности строения и биологическая значимость основных классов биополимеров: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды. Использование природных полимеров в биомедицинской химии. Перспективы использования биополимеров для создания средств доставки лекарственных веществ.

3.2. Биополимеры на основе полисахаридов и их применение в области фармацевтики и биомедицины. Полисахариды морских водорослей. Альгиновая кислота и альгинаты. Полисахариды красных водорослей. Агар. Каррагинаны. Хитин и хитозан. Целлюлоза и ее производные. Крахмал и продукты его модификации. Декстран. Пектины. Глюкозаминогликаны.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	- виды и классификацию полимеров;	+		+	
2	- химические свойства различных классов полимеров и биополимеров;	+	+	+	
3	- основные методы определения физико-химических свойств различных классов полимеров;	+			
4	- возможности применения различных классов полимеров для создания биомедицинских препаратов;	+	+	+	
	Уметь:				
5	- определять мономерные звенья различных классов полимеров и их синтетических производных;	+	+	+	
6	- определять химическую природу полимера и возможные направления его химической модификации при разработке биомедицинских препаратов на его основе	+	+	+	
7	- оценивать возможности применения конкретного полимера при разработке различных видов биомедицинских препаратов;		+	+	
	Владеть:				
8	- терминологией и номенклатурой в области химии полимеров;	+	+	+	
9	- теоретическими знаниями в области разработки биомедицинских препаратов на основе полимеров	+	+	+	
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			
7	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.);		+	+
8		УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.		+	+

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
11	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;		+	+
12		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).		+	+
	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	+	+	+

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	Функциональное назначение синтетических и природных полимеров, применяемых в фармацевтической технологии. Перспективы использования синтетических и природных полимеров в биомедицинской химии.	1
2		Методы синтеза полимеров. Химические превращения полимеров	1
3		Методы анализа физических и физико-химических свойств полимеров	1
4	2	Полиэтиленоксиды, полуксамеры, плуроники, политетрагидрофуран, полибутиленоксид, полилактиды и их применение в биомедицине. PLGA как перспективное средство доставки лекарственных веществ.	1
5		Кремнийорганические полимеры и их применение в медицине. Поливинилацетат и поливиниловый спирт и их применение в биомедицине.	1
6		Полимерные кровезаменители.	1
7		Медико-биологическая характеристика важнейших полимерных материалов: биосовместимость, функциональность, химический состав, гемосовместимость, цитотоксичность.	1
8	3	Особенности строения и биологическая значимость основных классов биополимеров: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды.	2
9		Целлюлоза и ее производные. Крахмал и продукты его модификации.	2
10		Полисахариды морских водорослей. Альгиновая кислота и альгинаты. Агар. Каррагинаны. Продукты их модификации и направления фармацевтического и биомедицинского использования.	2
11		Хитин и хитозан. Пектины.	2
12		Глюкозаминогликаны.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума в рамках дисциплины «Полимеры в фармацевтической технологии» не предусмотрено.

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;
- подготовку реферата по дисциплине;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах и конференциях РХТУ им. И. Менделеева и других организаций по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена 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 3-х контрольных работ (максимальная оценка 50 баллов), реферата (максимальная оценка 10 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Полиэтиленоксиды и направления их практического использования;
2. Полипропиленоксиды и направления их практического использования;
3. Плиуроники и их практическое применение в биомедицине;
4. Кровезаменители гемодинамического действия;
5. Полилактиды и их использование в биомедицине;
6. PLGA и его применение при разработке систем адресной доставки лекарственных средств;
7. Кремнийорганические полимеры и их применение в медицине
8. Крахмал и его фармацевтическое применение
9. Применение целлюлозы и ее производных в фармацевтике и биомедицине
10. Применение крахмала и его производных при разработке систем адресной доставки лекарственных средств.

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 контрольную работу №1 составляет – 16 баллов, за контрольную работу №2 – 14 баллов, за контрольную работу №3 – 20 баллов.

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

1. Что такое высокомолекулярное соединение, олигомер, дайте определение. Классификация ВМС по происхождению.

2. Сополимер и гомополимер: основные отличия и сходства. Классификация ВМС по природе.
3. Основные отличия ВМС от НМС. Классификация ВМС по мономерным звеньям.
4. Сходство и отличия олигомеров и полимеров. Классификация ВМС по пространственной структуре.
5. Классификация ВМС по элементам, входящим в главную полимерную цепь. Дайте определение полидисперсности. Приведите примеры поли- и монодисперсных полимеров.
6. Классификация ВМС по характеру присоединения звеньев. Дайте определение полидисперсности. Количественная оценка полидисперсности.
7. Понятие молекулярной массы полимеров. Перечислите основные способы определения молекулярной массы, опишите подробнее определение среднечисловой молекулярной массы.
8. Основные принципы процесса поликонденсации. Опишите подробно основные стадии.
9. Основные принципы процесса поликонденсации. Влияние добавок монофункционального мономера молекулярную массу полимера.
10. Основные принципы процесса поликонденсации. Молекулярно-массовое распределение при линейной поликонденсации.
11. Основные принципы процесса поликонденсации. Равновесные и неравновесные реакции, приведите пример.
12. Основные принципы процесса поликонденсации. Приведите возможные типы реакций, приводящими к росту макромолекул.
13. Основные принципы процесса поликонденсации. Приведите примеры процессов в ходе реакции, приводящих к уменьшению молекулярной массы продукта.
14. Основные принципы процесса поликонденсации. Влияние наличия обменных процессов на ММР продукта.
15. Основные принципы процесса полимеризации. Основные типы реакции полимеризации.
16. Основные принципы процесса полимеризации. Характерные особенности радикальной полимеризации.
17. Основные принципы процесса полимеризации. Приведите общую схему процесса радикальной полимеризации.
18. Основные принципы процесса полимеризации. Побочные реакции при радикальной полимеризации.
19. Основные принципы процесса полимеризации. Опишите подробно типы инициирования реакции.
20. Основные принципы процесса полимеризации. Правила подбора инициаторов, приведите пример инициатора.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

1. Особенности получения винилацетата. Полимеризация мономера при синтезе поливинилацетата (ПВА).
2. Производство ПВА в растворе. Опишите технологическую схему производства непрерывным способом.
3. Производство ПВА в эмульсии. Опишите технологическую схему производства непрерывным способом.
4. Сравнение производства ПВА в растворе, в эмульсии, в суспензии и в блоке. Применение ПВА в различных областях промышленности.
5. Методы получения поливинилового спирта (ПВС).

6. Медико-биологическое и иное применение поливинилового спирта (ПВС).
7. Кровезаменители. Причины использования. Классификация. Краткая характеристика классов кровезаменителей.
8. Кровезаменители гемодинамического действия. Требования. Примеры.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 12 и 8 баллов за 1-й и 2-й вопрос соответственно.

Вопрос 3.1.

1. Какой биополимер образован из остатков D-глюкозы, соединенных между собой α -(1-4) и α -(1-6) гликозидными связями? Каково его общее строение и принцип формирования третичной и четвертичной структуры? Какие направления химической модификации используют для этого полимера с целью получения практически значимых производных? Приведите примеры различных модификаций (не менее 3-х), которые позволяют использовать этот биополимер в качестве матрицы для доставки лекарственных веществ (с пояснениями).

2. Какой биополимер образован из остатков D-глюкозы, соединенных между собой β -(1-4) гликозидными связями? Какова его биологическая значимость, общее строение и принцип формирования третичной структуры? Какие направления химической модификации используют для этого полимера с целью получения практически значимых производных? Приведите примеры различных модификаций (не менее 3-х), которые позволяют использовать этот биополимер в качестве матрицы для доставки лекарственных веществ (с пояснениями).

3. Какой биополимер состоит из смеси линейных полисахаридов, образованных остатками 3,6-ангидро- α -L-галактопиранозы и β -D-галактозы, соединенных между собой 1,3- и 1,4-гликозидными связями? Каково общее строение его полимерных компонентов и принцип формирования третичной и четвертичной структуры? Какие направления химической модификации возможны для этого полимера? Приведите два примера модификаций при использовании этого биополимера в качестве матрицы для доставки лекарственных веществ.

4. Какая группа природных неразветвленных биополимеров состоит из остатков β -D-маннуроновой кислоты и α -L-гулууроновой кислоты, соединенных 1,4-гликозидными связями? Каковы общие принципы построения полимерных цепей этих биополимеров? Какие направления химической модификации возможны для этих структур? Приведите примеры модификаций (не менее трех), которые могут быть использованы для разработки систем адресной доставки лекарственных веществ на основе данного типа полимеров.

5. Какая группа природных разветвленных гетерополисахаридов имеет основной полисахаридный остов, состоящий из остатков α -1,4-D-галактуроновой? Каковы общие принципы построения полимерных цепей и биологическая значимость этой группы биополимеров? Какие направления химической модификации возможны для этих структур? Приведите примеры модификаций (не менее трех), которые могут быть использованы для разработки систем адресной доставки лекарственных веществ на основе данного типа полимеров.

Вопрос 3.2.

1. Опишите основные аспекты применения крахмала в качестве компонента готовых лекарственных средств.

2. Кратко опишите основные физико-химические свойства и способы модификации крахмала.

3. Приведите описание различных морфологических форм целлюлозы. В чем отличие между микро- и нанокристаллической целлюлозой; какова их практическая значимость?

4. Химическая модификация целлюлозы: приведите по одному примеру для каждого типа реакций.

5. Особенности кристаллической структуры и основные физико-химические свойства целлюлозы.

6. Предпосылки, недостатки и основные направления модификации агарозы для использования в качестве полимерной матрицы для разработки систем адресной доставки лекарственных средств.

7. Кратко опишите основные физические, физико-химические свойства и биологические свойства альгинатов, а также направления их практического использования.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 13 баллов, вопрос 3 – 13 баллов.

Примеры вопроса №1

1. Сополимер и гомополимер: основные отличия и сходства. Классификация ВМС.
2. Основные отличия ВМС от НМС. Классификация ВМС.
3. Понятие молекулярной массы полимеров. Перечислите основные способы определения молекулярной массы.
4. Классификация методов получения ВМС по ИЮПАК. Основные принципы цепного и ступенчатого методов получения ВМС
5. Основные принципы процесса поликонденсации. Основные стадии, влияние добавок, Равновесные и неравновесные реакции, приведите пример, Молекулярно-массовое распределение при линейной поликонденсации приведите примеры.
6. Основные принципы процесса полиприсоединения. Основные технологические подходы к синтезу. Перечислите закономерности реакций, протекающих в кинетической и диффузионной области, приведите примеры.
7. Основные принципы процесса полимеризации. Основные типы реакции полимеризации. Характерные особенности радикальной полимеризации.
8. Основные принципы процесса полимеризации. Приведите общую схему процесса радикальной полимеризации. Побочные реакции при радикальной полимеризации. Приведите примеры.
9. Основные принципы процесса полимеризации. Опишите подробно типы инициирования реакции. Правила подбора инициаторов, приведите пример инициатора. Период полураспада инициатора факторы, которые оказывают влияние на данный параметр, приведите примеры.
10. Основные принципы процесса полимеризации. Эффективность инициатора. Понятие редокс-систем. Реакция роста цепи: основные закономерности, направление присоединения радикалов. Реакция обрыва цепи. Реакция передачи цепи. Ингибирование и способы регулирования реакции.

Примеры вопроса №2

1. Общее строение и принцип формирования третичной и четвертичной структуры крахмала. Основные направления химической модификации крахмала и их практическая значимость (влияние на физические характеристики и области применения образующихся производных).
2. Общее строение полимерной цепи крахмала. Использование крахмала для создания систем доставки лекарственных веществ: основные типы систем контролируемого

высвобождения на основе крахмала, способы модификации полимерной структуры крахмала и интеграции лекарственных препаратов в его полимерную матрицу.

3. Общее строение полимерной цепи крахмала. Основные физические свойства крахмала и подходы к его модификации. Применение крахмала в фармацевтической промышленности.

4. Биологическая значимость, общее строение и принцип формирования пространственной структуры целлюлозы. Основные физические свойства и направления химической модификации целлюлозы.

5. Общее строение и принцип формирования пространственной структуры целлюлозы. Особенности строения микро- и нанокристаллической целлюлозы и направления их практического использования.

6. Строение полимерной цепи целлюлозы. Основные направления использования целлюлозы и ее производных в биомедицинских целях. Примеры конструирования систем доставки лекарственных препаратов с использованием целлюлозы в качестве полимерного носителя.

7. Общее строение и принцип формирования третичной и четвертичной структуры агара. Основные направления практического использования агара и его производных. Пример использования агарозы в качестве полимерной матрицы для конструирования системы доставки лекарственных веществ.

8. Строение полимерной цепи агарозы. Основные достоинства и недостатки агарозы как полимерной матрицы для создания систем адресной доставки лекарственных препаратов. Пример использования агарозы в качестве полимерной матрицы для конструирования системы доставки лекарственных веществ.

9. Общие принципы построения полимерных цепей альгинатов. Основные физические свойства и направления практического использования альгинатов. Общая схема возможных направлений химической модификации альгинатов.

10. Общие принципы построения полимерных цепей альгинатов. Общая схема возможных направлений химической модификации альгинатов. Сульфатирование альгинатов и практическое применение соответствующих производных.

Примеры вопроса №3

1. Особенности получения винилацетата. Полимеризация мономера при синтезе поливинилацетата (ПВА). Сравнение производства ПВА в растворе, в эмульсии, в суспензии и в блоке. Применение ПВА в различных областях промышленности.

2. Методы получения поливинилового спирта (ПВС). Медико-биологическое и иное применение поливинилового спирта (ПВС).

3. Краткая характеристика классов кровезаменителей. Кровезаменители гемодинамического действия. Декстраны. Схема получения. Препараты на основе декстранов. Особенности использования. Недостатки. Полиглюкин.

4. Краткая характеристика классов кровезаменителей. Кровезаменители дезинтоксикационного действия. Поливинилпирролидон и препараты на его основе.

5. Краткая характеристика классов кровезаменителей. Использование переносчиков кислорода в качестве кровезаменителей. Регуляторы водно-солевого баланса. Препараты для парентерального питания.

6. Полиэтиленоксиды, полипропиленоксиды, политетрагидрофуран и полибутиленоксид. получение и области их применения.

7. Плуроники. Строение. Получение и области их применения. Особенности использования.

8. Полилактид (ПЛА, PLA). Методы и схема получения. Пути разложения в живой природе и в организме человека. Биомедицинское применение полилактида. Использование полилактида для создания систем адресной доставки.

9. Сополимер молочной и гликолевой кислот (PLGA). Биодegradация. Получение. Физико-химические свойства, определяющие его использование. Биомедицинское использование сополимера молочной и гликолевой кислот (PLGA). Системы адресной доставки на основе PLGA.

10. Кремнийорганические полимеры. Классификация. Вклад А.А. Андрианова и Ю. Рохова в развитие кремнийорганической промышленности. Полиорганосилазаны. Полиорганосилтианы. Полиэлементоорганосилоксаны. Технологические особенности получения силоксанов. Применение кремнийорганических полимеров в медицине.

11. Применение кремнийорганических полимеров в медицине. Симетикон. Диметикон. Циклометикон. Механизм действия. Полиметилсилоксан. Энтеросгель. Механизм действия. Влияние на состояние слизистой оболочки тонкого кишечника.

12. История создания полиалкилцианакрилатов и наночастиц на их основе. Приведите структуры исходных мономеров и их названия. Использование ПАЦА в медицине.

13. Синтез исходных мономеров (алкилцианакрилатов). Механизм реакции Кневенагеля. Механизмы полимеризации АЦА. Особенности. Механизм деградации ПАЦА.

Основной метод синтеза ПАЦА наночастиц. Особенности метода. Механизм анионной полимеризации полибутилцианакрилата. Первое использование ПАЦА наночастиц при лечении заболеваний. Кто впервые предложил использовать ПАЦА наночастицы для преодоления ГЭБ. ГЭБ.

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 «Полимеры в фармацевтической технологии» проводится в 1 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

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</p> <p>_____ М.С. Ощепков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	04.04.01 Химия, Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
	Дисциплина «Полимеры в фармацевтической технологии»
<p align="center">Билет № 1</p> <p>1. Основные принципы процесса поликонденсации. Основные стадии, влияние добавок, Равновесные и неравновесные реакции, приведите пример, Молекулярно-массовое распределение при линейной поликонденсации приведите</p>	

примеры (14 баллов).

2. Общее строение и принцип формирования пространственной структуры целлюлозы. Особенности строения микро- и нанокристаллической целлюлозы и направления их практического использования (13 баллов).
3. Применение кремнийорганических полимеров в медицине. Симетикон. Диметикон. Циклометикон. Механизм действия. Полиметилсилоксан. Энтеросгель. Механизм действия. Влияние на состояние слизистой оболочки тонкого кишечника (13 баллов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1325-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210971> (дата обращения: 06.03.2023).

2. Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров: учебное пособие / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-1779-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211685> (дата обращения: 06.03.2023).

3. Зубов, В. П. Полимеры для биологии и медицины: учебное пособие / В. П. Зубов, В. И. Гомзяк. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021. – 144 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/182432> (дата обращения: 06.03.2023).

Б. Дополнительная литература

1. Полимеры в биологии и медицине: пер. с англ. / ред. М. Дженкинс. – М.: Научный мир, 2011. – 255 с.

2. Хакимуллин, Ю. Н. Химия и физика полимеров. Растворы и смеси полимеров: учебное пособие / Ю. Н. Хакимуллин, Л. Ю. Закирова. – Казань: КНИТУ, 2019. – 132 с.

3. Штильман М. И., Полимеры медико-биологического назначения: М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 400 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- Журнал «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- Журнал «Polymers» ISSN 2073-4360
- Журнал «Carbohydrate Polymers» ISSN 0144-8617
- Журнал «Carbohydrate Research» ISSN 0008-6215
- Журнал «International Journal of Biological Macromolecules» ISSN 0141-8130
- Журнал «International Journal of Nanomedicine» ISSN 1176-9114

- Журнал «Biomacromolecules» ISSN 1525-7797
- Журнал «Composites Communications» ISSN 2452-2139
- Журнал «Reactive and Functional Polymers» ISSN 13815148

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 14, (общее число слайдов – 567);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 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 «Полимеры в фармацевтической технологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

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	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	бессрочная
2	Microsoft Office Professional Plus 2019. В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Основы химии высокомолекулярных соединений. Физико-химические свойства высокомолекулярных соединений	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - виды и классификацию полимеров; - химические свойства различных классов полимеров и биополимеров; - основные методы определения физико-химических свойств 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<p>различных классов полимеров;</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности применения различных классов полимеров для создания биомедицинских препаратов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - определять мономерные звенья различных классов полимеров и их синтетических производных; - определять химическую природу полимера и возможные направления его химической модификации при разработке биомедицинских препаратов на его основе; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологией и номенклатурой в области химии полимеров; - теоретическими знаниями в области разработки биомедицинских препаратов на основе полимеров. 	
Раздел 2. Синтетические полимеры и их применение в фармацевтической и биомедицинской химии	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - химические свойства различных классов полимеров и биополимеров; - возможности применения различных классов полимеров для создания биомедицинских препаратов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - определять мономерные звенья различных классов полимеров и их синтетических производных; - определять химическую природу полимера и возможные направления его химической модификации при разработке биомедицинских препаратов на его основе; - оценивать возможности применения конкретного полимера при разработке различных видов биомедицинских препаратов; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологией и номенклатурой в области химии полимеров; - теоретическими знаниями в области разработки биомедицинских препаратов на основе полимеров. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 3. Основные классы	<i>Знает:</i>	Оценка за

биополимеров и их применение в биомедицинской практике	<ul style="list-style-type: none"> - виды и классификацию полимеров; - химические свойства различных классов полимеров и биополимеров; - возможности применения различных классов полимеров для создания биомедицинских препаратов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - определять мономерные звенья различных классов полимеров и их синтетических производных; - определять химическую природу полимера и возможные направления его химической модификации при разработке биомедицинских препаратов на его основе; - оценивать возможности применения конкретного полимера при разработке различных видов биомедицинских препаратов; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологией и номенклатурой в области химии полимеров; - теоретическими знаниями в области разработки биомедицинских препаратов на основе полимеров. 	контрольную работу №3 Оценка за реферат 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 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
«Полимеры в фармацевтической технологии»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки 04.04.01 Химия
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
протокол № 30 от «30» июня 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Применение физико-химических методов анализа
в биомедицинской химии»**

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: к.х.н., доцент Ермоленко Ю.В., к.х.н., доцент Ткаченко С.В., к.х.н.,
доцент А.Г. Поливанова.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **04.04.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Применение физико-химических методов анализа в биомедицинской химии» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области аналитической, физической и коллоидной химии.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся систематизированных знаний о современных методах физико-химического анализа, применяемых при синтезе, биологически активных веществ и получении биомедицинских препаратов, повышение профессиональных компетенций в области проведения физико-химического анализа, получение навыков в интерпретации результатов исследований, проведенных на современных приборах физико-химического анализа.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области анализа органических веществ;

- формирование у обучающихся профессиональных навыков необходимых для самостоятельного решения прикладных задач в области анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов в процессе выполнения научно-исследовательских работ.

Дисциплина «Применение физико-химических методов анализа в биомедицинской химии» 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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Устанавливает и развивает профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	ПК-5 Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области биомедицинской химии и смежных наук	ПК-5.1 Знает нормы техники безопасности при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области биомедицинской химии; ПК-5.3 Умеет использовать современное лабораторное оборудование и аппаратуру, необходимую для проведения научных и аналитических исследований в области биомедицинской химии; ПК-5.4 Владеет навыками практической работы в области биомедицинской химии и смежных наук.	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) - Анализ опыта

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР- спектроскопии;
- классификацию и механизм действия детекторов, применяемых в ГЖХ и ЖХ, типы колонок в ГЖХ и ЖХ;
- области применения хроматографических анализов при исследовании биомедицинских препаратов;
- основные положения теории колебательной спектроскопии, виды колебательных спектров, происхождение колебательных спектров, аналитические возможности колебательной спектроскопии;
- явление взаимодействия магнитных полей с веществом и способ измерений этого взаимодействия;
- основные параметры спектров ЯМР и причины, обуславливающие их вариации;
- технологию решения прямых и обратных спектральных задач применительно к ЯМР, включая двумерную спектроскопию, основы интерпретации спектров ЯМР.

Уметь:

- интерпретировать данные, полученные методами ГЖХ, ЖХ, ИК, УФ и ЯМР спектроскопии;
- определять основные хроматографические параметры из полученных хроматограмм разделенной смеси;
- выявлять характеристические полосы поглощения различных структурных и функциональных групп в органических соединений; идентифицировать органические соединения по ИК-спектрам;
- решать прямые спектральные задачи;
- определять число и относительную интенсивность всех сигналов в спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C , устанавливать химические сдвиги для сигналов атома углерода и атома водорода

Владеть:

- методами качественного и количественного анализа многокомпонентных систем методами ГЖХ и ВЭЖХ;
- навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК-, ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии;
- способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,475	17	12,75
Лабораторные занятия	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,94</i>	<i>34</i>	<i>25,5</i>
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	5,11	184	138
Контактная самостоятельная работа	5,11	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		183,8	137,85
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов							
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Масс-спектрометрия	29	2	2	2	2	-	-	25
2.	Раздел 2. ЯМР-спектроскопия органических соединений	29	2	2	2	2	-	-	25
3.	Раздел 3. Электронно-спектрометрические методы для анализа структуры органических соединений и биомедицинских препаратов	37	10	2	2	2	8	8	25
4.	Раздел 4. Методы колебательной спектроскопии	33	6	2	2	2	4	4	25
5.	Раздел 5. Применение хроматографических методов анализа в биомедицинской химии	42	11	3	3	3	8	8	28
6.	Раздел 6. Применение электрохимических методов анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов	40	9	3	3	3	6	6	28
7.	Раздел 7. Свойства и методы анализа наночастиц	42	11	3	3	3	8	8	28
	ИТОГО	252	51	17	17	17	34	34	184
	Вид итогового контроля	Зачет с оценкой							

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Масс-спектрометрия. Масс-спектрометрия: общие принципы и отличия различных масс-спектрометрических методов. Применения масс-спектральных методов. Способы ионизации, используемые в масс-спектрометрии. Качественный и количественный масс-спектральный анализ многокомпонентных смесей. Хромато-масс-спектрометрия: принципы и способы применения для анализа лекарственных и биомедицинских препаратов, биологических объектов.

Раздел 2. ЯМР-спектроскопия органических соединений. Явление ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг, влияние на его величину электронного окружения и природы растворителя. Спин-спиновое взаимодействие, мультиплетность сигналов в спектре. Релаксационные процессы. Тонкая и сверхтонкая структура спектров ЯМР, правила отбора. Двумерные спектры. Динамические эффекты в ПМР спектрах. ЯМР спектроскопия на других ядрах: ^{13}C -ЯМР, ^{19}F -ЯМР, ^{31}P -ЯМР спектроскопия. Возможности методов ЯМР в структурных, кинетических и термодинамических исследованиях.

Раздел 3. Электронно-спектрометрические методы для анализа структуры органических соединений и биомедицинских препаратов. Основы теории взаимодействия излучения с атомами и молекулами. Абсорбционная спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой (УФ) областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах.

Раздел 4. Методы колебательной спектроскопии. Инфракрасные (ИК) спектры и комбинационное рассеяние света. Колебательные спектры, уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертоновые и составные частоты. Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализа биологически активных веществ и биологических объектов. Специфичность колебательных спектров. Исследования динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций. Техника и методики ИК спектроскопии.

Раздел 5. Применение хроматографических методов анализа в биомедицинской химии. Основные понятия хроматографии. Механизм хроматографического разделения. Формальная хроматография: основные термины и понятия. Величины, характеризующие эффективность разделения веществ. Классификация хроматографических методов разделения. Нормально-фазовая и обращено-фазовая ВЭЖХ. Сорбенты и элюенты. Лабораторное и промышленное использование ВЭЖХ. Газовая хроматография: область применения, технические особенности реализации в практической деятельности. Основы ионной хроматографии. Способы детектирования хроматографических пиков. Их достоинства и недостатки. Тонкослойная хроматография в анализе биологически активных веществ и биомедицинских препаратов.

Раздел 6. Применение электрохимических методов анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов.

Применение классических методов электрохимического анализа для качественных и количественных определений биологически активных веществ: потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия. Примеры использования методов в

анализе биологически активных веществ. Определение воды по Фишеру кулонометрическим и амперометрическим титрованием. Автоматические титраторы, использующие электрохимические методы. Автоматические анализаторы на базе электрохимических методов. Использование классических электрохимических методов для научных исследований.

Капиллярный электрофорез: физико-химические основы метода, принцип разделения частиц в капилляре. Электрофорез и электромиграция в капилляре. Электроосмотический поток. Профиль электроосмотического потока. Способы детектирования сигнала в капиллярном электрофорезе. Метод хирального электрофореза и его современные возможности. Сравнительная характеристика методов КЭ и ВЭЖХ.

Мицеллярная электрокинетическая хроматография. Афинный капиллярный электрофорез. Капиллярный гель-электрофорез.

Раздел 7. Свойства и методы анализа наночастиц. Методы определения линейных размеров и морфологии наночастиц: различные виды микроскопии, метод динамического рассеяние света, центрифугирование, гель-фильтрационная хроматография. Методы определения удельной поверхности наночастиц.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	Знать:							
1	- теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР-спектроскопии;	+	+	+	+	+		
2	- классификацию и механизм действия детекторов, применяемых в ГЖХ и ЖХ, типы колонок в ГЖХ и ЖХ;					+		
3	- области применения хроматографических анализов при исследовании биомедицинских препаратов;					+		
4	- основные положения теории колебательной спектроскопии, виды колебательных спектров, происхождение колебательных спектров, аналитические возможности колебательной спектроскопии;				+			
5	- явление взаимодействия магнитных полей с веществом и способ измерений этого взаимодействия;		+					
6	- основные параметры спектров ЯМР и причины, обуславливающие их вариации;		+					
7	- технологию решения прямых и обратных спектральных задач применительно к ЯМР, включая двумерную спектроскопию, основы интерпретации спектров ЯМР.		+					
	Уметь:							
8	- интерпретировать данные, полученные методами ГЖХ, ЖХ, ИК, УФ и ЯМР спектроскопии;	+	+	+	+	+		
9	- определять основные хроматографические параметры из полученных хроматограмм разделенной смеси;					+		
10	- выявлять характеристические полосы поглощения различных структурных и функциональных групп в органических соединений; идентифицировать органические соединения по ИК-спектрам;				+			

11	- решать прямые спектральные задачи;	+	+	+	+			
12	- определять число и относительную интенсивность всех сигналов в спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C , устанавливать химические сдвиги для сигналов атома углерода и атома водорода		+					
	Владеть:							
13	- методами качественного и количественного анализа многокомпонентных систем методами ГЖХ и ВЭЖХ;					+		
14	- навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК-, ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии;	+	+		+			
15	- способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов.	+	+	+	+	+	+	+
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						
16	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	+	+	+	+	+	+
17	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Устанавливает и развивает профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия	+	+	+	+	+	+

18	УК-6 Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	+	+	+	+	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК							
19	ПК-5 Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области биомедицинской химии и смежных наук	ПК-5.1 Знает нормы техники безопасности при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области биомедицинской химии;			+	+	+	+	+
20		ПК-5.3 Умеет использовать современное лабораторное оборудование и аппаратуру, необходимую для проведения научных и аналитических исследований в области биомедицинской химии;			+	+	+	+	+
21		ПК-5.4 Владеет навыками практической работы в области биомедицинской химии и смежных наук.	+	+	+	+	+	+	+

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	Хромато-масс-спектрометрия: принципы и способы применения для анализа лекарственных и биомедицинских препаратов, биологических объектов	2
2	2	Спектроскопия ЯМР и возможности метода в анализе органических соединений. Применение одномерной ЯМР-спектроскопии для идентификации органических молекул в индивидуальном виде. Спектроскопия на ядрах ^1H , ^{13}C , ^{31}P , ^{19}F . Применение двумерной ЯМР-спектроскопии для идентификации органических молекул в индивидуальном виде.	2
3	3	Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе.	2
4	4	Инфракрасная спектроскопия: аспекты практического применения метода в анализе БАВ и биологических объектов	2
5	5	Современные приборное обеспечение ВЭЖХ. Ультраэффективная жидкостная хроматография. Преимущества. Области применения. Автоматические CNHS/O анализаторы на базе газовых хроматографов. Автоматические аминокислотные анализаторы	3
6	6	Способы детектирования сигнала в капиллярном электрофорезе. Принципиальная блок-схема метода. Прием косвенного детектирования при использовании спектрофотометрического детектора. Основные разновидности метода капиллярного электрофореза. Зонный капиллярный электрофорез. Мицеллярная электрокинетическая хроматография. Аффинный капиллярный электрофорез. Капиллярный гель-электрофорез. Капиллярное изoeлектрическое фокусирование.	3
7	7	Разновидности методов микроскопии и особенности их применения для анализа наночастиц. Особенности применения метода DLS (динамического рассеяния света) для анализа нано-и микрочастиц, возможности метода. Методы определения удельной поверхности наночастиц.	3

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Применение физико-химических методов анализа в

биомедицинской химии», а также дает знания о технике выполнения анализа при реализации различных физико-химических методов и навыки практической работы в лабораториях физико-химических методов анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 2 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	3	1. Спектрофотометрическое определение антибиотика. Изучение спектра поглощения. Количественный анализ. 2. Определение константы комплексообразования комплексного соединения спектрофотометрическим методом. 3. Определение константы кислотной диссоциации индикатора спектрофотометрическим методом.	8
2	4	4. Пробоподготовка и запись ИК-спектров индивидуальных органических веществ, полученных в ходе выполнения научно-исследовательской работы. Расшифровка, анализ и сравнение полученных спектров	4
3	5	5. Количественное определение действующего вещества в составе лекарственной формы / биомедицинского препарата методом ВЭЖХ. 6. Работа на тренажере «Жидкостной хроматограф». Оптимизация методики ВЭЖХ для анализа многокомпонентной смеси биологически активных веществ. Качественный и количественный анализ. 7. Качественный и количественный анализ содержания кофеина в образцах чая и кофе методом ВЭЖХ.	8
4	6	8. Изучение влияния кислотности водного раствора на ионное состояние молекулы рифабутина методом капиллярного электрофореза. 9. Определение кофеина и теобромину в водном экстракте чая / кофе методом КЭФ. 10. Определение смеси алифатических органических кислот в их смеси методом капиллярного электрофореза с косвенным детектированием.	6
5	7	11. Анализ микро- и наночастиц методом DLS (динамического рассеяния света). 12. Применение гель-фильтрационной хроматографии для очистки и разделения препаратов микро-/наночастиц	8

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 лабораторному практикуму 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 реферата (максимальная оценка 12 баллов), контрольной работы (максимальная оценка 24 балла), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

- 1) Метод определения дисперсии оптического вращения хиральных соединений и примеры его использования.
- 2) Метод кругового дихроизма в анализе БАВ
- 3) Использование хиральных сдвигающих реагентов в анализе веществ методом ЯМР.
- 4) Биохимические методы анализа БАВ
- 5) Анализ примеров различной биологической активности *S*- и *R*-стереомеров лекарственных препаратов.
- 6) Анализ возможностей современных хиральных колонок для ВЭЖХ.
- 7) Анализ примеров влияния условий на степень разделения стереомеров БАВ методом хирального электрофореза.
- 8) История использования метода РСА в анализе оптически активных веществ.
- 9) ЯМР – томография. Визуализация внутренних органов посредством ЯМР и ее применения в медицине
- 10) Спиновые парамагнитные метки в методе ЭПР.
- 11) Исследование структуры ионных кристаллов методом ЭПР.
- 12) Применение метода ЯМР для определения структуры белков.
- 13) Метод капиллярного электрофореза для анализа энантиомеров.
- 14) Анализ изоформ белков методом капиллярного электрофореза.
- 15) Электронная микроскопия как метод анализа наноструктур.
- 16) Электронная сканирующая микроскопия для анализа наноразмерных объектов органической природы.
- 17) Электронная трансмиссионная спектроскопия для анализа наноструктур.
- 18) Метод атомно-силовой микроскопии. Аспекты его практического применения.
- 19) Проточная цитометрия как метод анализа биологических объектов.
- 20) Метод двумерного электрофореза. Возможности метода для анализа белковых сред.
- 21) Особенности метода высокоэффективной жидкостной хроматографии для анализа смесей белков.
- 22) Высокоэффективная гелепроникающая хроматография. Возможности практического применения метода.

- 23) Методы анализа коллоидных сред.
- 24) Анализ размеров частиц на основе метода лазерной дифракции.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена одна контрольная работа по разделам 1 – 6 рабочей программы дисциплины. Максимальная оценка за итоговую контрольную работу составляет 24 балла.

Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Контрольная работа содержит 6 вопросов (по одному вопросу на каждый из разделов), по 4 балла за каждый.

1. Принципиальная схема масс-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам, примеры использования метода для анализа биологически активных веществ.
2. Основные закономерности фрагментации органических молекул.
3. Особенности регистрации масс-спектров. Возможности и недостатки масс-спектрометрии.
4. Масс-спектрометрия. Общий вид масс-спектра и анализ области молекулярного иона, примеры использования метода для анализа биологически активных веществ.
5. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам. Магнит, датчик.
6. Принцип двумерной спектроскопии ЯМР. Виды и назначение двумерной спектроскопии ЯМР.
7. Предскажите ЯМР ^1H -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для *n*-этил-*N,N*-диметилбензамида.
8. Предскажите ЯМР ^1H -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-изобутирилбензальдегида.
9. Принципиальная схема устройства спектрофотометра, примеры использования метода спектрофотометрии для анализа биологически активных веществ.
10. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Ограничения и условия применимости закона. примеры использования метода спектрофотометрии для анализа биологически активных веществ.
11. Свойство аддитивности закона Бугера-Ламберта-Бера и связанные с ним ограничения метода спектрофотометрии. Анализ поглощающих свет смесей БАВ.
12. Принцип выбора оптимальной длины волны в спектрофотометрическом анализе, примеры использования метода спектрофотометрии для анализа биологически активных веществ.
13. ИК-спектроскопия. Вращательные и колебательные спектры поглощения молекул в ИК-диапазоне.
14. Применение ИК-спектроскопии для анализа БАВ. Аппаратурное оформление метода.
15. Классификация хроматографических методов. Примеры использования хроматографических методов для анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов.
16. Изобразите общий вид хроматограммы, укажите основные хроматографические параметры, используемые для качественного и количественного анализа.
17. Особенности пробоподготовки для анализа БАВ в составе биологических объектов.
18. Назначение и особенности дериватизации при проведении ВЭЖХ анализов при

использовании спектрофотометрического детектора.

19. Предложите схему методики определения компонентов смеси методом капиллярного электрофореза: смесь фруктовых кислот: яблочная, лимонная, молочная, гликолевая.
20. На чем будет основано определение смеси аминокислот методом капиллярного зонного электрофореза: фенилаланин, тирозин, триптофан. Предложите схему анализа.
21. Предложите электрохимические методы анализа для определения содержания воды в готовой лекарственной форме. Опишите суть определения для каждого из приведенных методов.
22. Объясните принцип определения константы кислотности слабой кислоты методом потенциометрического титрования. Приведите вид получающегося графика и опишите используемую для измерений электрохимическую ячейку.
23. Объясните принцип определения константы основности слабого основания методом потенциометрического титрования. Приведите вид получающегося графика и опишите используемую для измерений электрохимическую ячейку.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр, зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса, по 10 баллов за каждый. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Примеры контрольных вопросов:

1. Принципиальная схема масс-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам, примеры использования метода для анализа биологически активных веществ.
2. Основные закономерности фрагментации органических молекул.
3. Особенности регистрации масс-спектров. Возможности и недостатки масс-спектрометрии.
4. Масс-спектрометрия. Общий вид масс-спектра и анализ области молекулярного иона, примеры использования метода для анализа биологически активных веществ.
5. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам. Магнит, датчик.
6. Принцип двумерной спектроскопии ЯМР. Виды и назначение двумерной спектроскопии ЯМР.
7. Предскажите ЯМР ^1H -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для *n*-этил-*N,N*-диметилбензамида.
8. Предскажите ЯМР ^1H -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-изобутирилбензальдегида.
9. Принципиальная схема устройства спектрофотометра, примеры использования метода спектрофотометрии для анализа биологически активных веществ.
10. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Ограничения и условия применимости закона. примеры использования метода спектрофотометрии для анализа биологически активных веществ.
11. Свойство аддитивности закона Бугера-Ламберта-Бера и связанные с ним ограничения метода спектрофотометрии. Анализ поглощающих свет смесей БАВ.

12. Принцип выбора оптимальной длины волны в спектрофотометрическом анализе, примеры использования метода спектрофотометрии для анализа биологически активных веществ.
13. ИК-спектроскопия. Вращательные и колебательные спектры поглощения молекул в ИК-диапазоне.
14. Применение ИК-спектроскопии для анализа БАВ. Аппаратурное оформление метода.
15. Классификация хроматографических методов. Примеры использования хроматографических методов для анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов.
16. Изобразите общий вид хроматограммы, укажите основные хроматографические параметры, используемые для качественного и количественного анализа.
17. Особенности пробоподготовки для анализа БАВ в составе биологических объектов.
18. Назначение и особенности дериватизации при проведении ВЭЖХ анализов при использовании спектрофотометрического детектора.
19. Предложите схему методики определения компонентов смеси методом капиллярного электрофореза: смесь фруктовых кислот: яблочная, лимонная, молочная, гликолевая.
20. На чем будет основано определение смеси аминокислот методом капиллярного зонного электрофореза: фенилаланин, тирозин, триптофан. Предложите схему анализа.
21. Предложите электрохимические методы анализа для определения содержания воды в готовой лекарственной форме. Опишите суть определения для каждого из приведенных методов.
22. Объясните принцип определения константы кислотности слабой кислоты методом потенциометрического титрования. Приведите вид получающегося графика и опишите используемую для измерений электрохимическую ячейку.
23. Объясните принцип определения константы основности слабого основания методом потенциометрического титрования. Приведите вид получающегося графика и опишите используемую для измерений электрохимическую ячейку.
24. На чем основано определение молекулярных масс белков методами высокоэффективной гельпроникающей хроматографии? Что в этом случае используются в качестве стандартов. Объясните принцип и тип используемых колонок и подвижных фаз.
25. Физические основы метода динамического рассеяния света.
26. Основные характеристики метода DLS и его практическое применение.
27. Особенности анализа микро-/наночастиц и мицеллярных препаратов методом DLS.
28. Основные принципы формирования изображения в современных оптических микроскопах.
29. Флуоресцентная микроскопия: принципы работы, теоретические основы получения изображения.
30. Устройство и принцип работы атомно-силового микроскопа (АСМ).
31. Основные этапы подготовки биологических объектов к атомно-силовой микроскопии.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Применение физико-химических методов анализа в биомедицинской химии» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по

всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p><i>«Утверждаю»</i> Зав. каф. ХТБМП М.С. Ощепков</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	Направление 04.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химия и технология биологически активных веществ»
	Дисциплина «Применение физико-химических методов анализа в биомедицинской химии»
<p align="center">Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема масс-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам, примеры использования метода для анализа биологически активных веществ. 2. Классификация хроматографических методов. Примеры использования хроматографических методов для анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов. 3. Предложите электрохимические методы анализа для определения содержания воды в готовой лекарственной форме. Опишите суть определения для каждого из приведенных методов. 4. Основные характеристики метода DLS и его практическое применение. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Петрухин О.М. (ред.). Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов - М.: Химия, 2001. – 497 с. (Базовый учебник).
2. Поливанова А.Г. Высокоэффективная жидкостная хроматография биологически активных веществ. Лабораторный практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 55 с.
3. Винарский В.А. Юрченко Р.А. Коваленко А.Е., Кузовлев. В. Ю., Гладырев В.В. Масс- спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 143с
4. Воловенко Ю.М., Карцев В.Г., Комаров И.В., Туров А.В., Хиля В.П. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса для химиков. «Научное Партнерство», 2011.
5. Ермоленко Ю.В., Калистратова А.В. Капиллярный электрофорез. Теоретические основы и практическое руководство. Лабораторный практикум: учебное пособие – М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021 г. – 128 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гэри К. Аналитическая химия: в 2 т.: пер. с англ //М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – Т. 1. – С. 623.
2. Сильверстейн Р, Вебстер Ф., Кимл Д., Спектрометрическая идентификация органических соединений / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с.
3. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, - 2003. - 493 с.
4. Пентин Ю. А., Курамшина Г. М. Основы молекулярной спектроскопии. – Мир, 2008.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Учебник. – М.: Техносфера, 2008. – 544 с.
6. Кристиан Г. Аналитическая химия (в 2-х томах). Учебник. – М: Лаборатория знаний, 2013, том 1 - 623 с., том 2 - 504 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал аналитической химии. ISSN: 0044-4502
- Journal of Analytical Chemistry. ISSN: 0003-2700
- Journal of Chromatography A. ISSN: 0021-9673
- Journal of Mass Spectrometry ISSN: 1076-5174

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 «Применение физико-химических методов анализа в биомедицинской химии» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оборудованная, лабораторной мебелью, лабораторной посудой и следующим оборудованием:

- весы аналитические;
- спектрофотометр (УФ и видимая области спектра), CINTRA 101;
- фотоэлектроколориметр, КФК-3-0,1;
- жидкостные хроматографы микроколоночные с управляющими ноутбуками («МИЛИХРОМ А-02 – 2 шт., «АЛЬФАХРОМ» - 1 шт.);
- система капиллярного электрофореза «Капель-105М»;
- рН-метр с комбинированным стеклянным электродом, РСЕ-228;
- кондуктометр, Эконикс-Эксперт 002;
- настольная миницентрифуга, Eppendorf minispin.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал, эталонные спектры и хроматограммы.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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, выпускных квалификационных и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

		07.09.2021	процессах (инфраструктурное/ вспомогательное ПО)	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. Масс- спектрометрия	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР- спектроскопии; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - решать прямые спектральные задачи; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК-, ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии; - способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов. 	<p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за зачет</p>
Раздел 2. ЯМР- спектроскопия органических соединений	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР- спектроскопии; - явление взаимодействия магнитных полей с веществом и способ измерений этого взаимодействия; - основные параметры спектров ЯМР и причины, обуславливающие их вариации; - технологию решения прямых и обратных спектральных задач применительно к ЯМР, включая двумерную спектроскопию, основы интерпретации спектров ЯМР <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать данные, 	<p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>полученные методами ГЖХ, ЖХ, ИК, УФ и ЯМР спектроскопии;</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать прямые спектральные задачи; - определять число и относительную интенсивность всех сигналов в спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C, устанавливать химические сдвиги для сигналов атома углерода и атома водорода <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК-, ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии; - способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов. 	
<p>Раздел 3. Электронно-спектрометрические методы для анализа структуры органических соединений и биомедицинских препаратов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР- спектроскопии; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать данные, полученные методами ГЖХ, ЖХ, ИК, УФ и ЯМР спектроскопии; - решать прямые спектральные задачи; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов. 	<p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за зачет</p>
<p>Раздел 4. Методы колебательной спектроскопии</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР- спектроскопии; - основные положения теории колебательной спектроскопии, виды 	<p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за</p>

	<p>колебательных спектров, происхождение колебательных спектров, аналитические возможности колебательной спектроскопии;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать данные, полученные методами ГЖХ, ЖХ, ИК, УФ и ЯМР спектроскопии; - выявлять характеристические полосы поглощения различных структурных и функциональных групп в органических соединений; идентифицировать органические соединения по ИК-спектрам; - решать прямые спектральные задачи; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК-, ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии; - способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов. 	<p>контрольную работу</p> <p>Оценка за зачет</p>
<p>Раздел 5. Применение хроматографических методов анализа в биомедицинской химии</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические принципы, лежащие в основе газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, ИК-, УФ и ЯМР- спектроскопии; - классификацию и механизм действия детекторов, применяемых в ГЖХ и ЖХ, типы колонок в ГЖХ и ЖХ; - области применения хроматографических анализов при исследовании биомедицинских препаратов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать данные, полученные методами ГЖХ, ЖХ, ИК, УФ и ЯМР спектроскопии; - определять основные хроматографические параметры из полученных хроматограмм 	<p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за зачет</p>

	разделенной смеси; <i>Владеет:</i> - методами качественного и количественного анализа многокомпонентных систем методами ГЖХ и ВЭЖХ;	
Раздел 6. Применение электрохимических методов анализа биологически активных веществ и биомедицинских препаратов	<i>Владеет:</i> - способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов.	Оценка за лабораторную работу Оценка за реферат Оценка за контрольную работу Оценка за зачет
Раздел 7. Свойства и методы анализа наночастиц	<i>Владеет:</i> - способностью проводить сравнительный анализ современных ФХМА с целью выбора оптимального метода для определения необходимых характеристике веществ, используемых или получаемых при синтезе, разработке и производстве биомедицинских препаратов.	Оценка за лабораторную работу Оценка за реферат Оценка за контрольную работу Оценка за зачет

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
«Применение физико-химических методов анализа в биомедицинской химии»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Стереоселективный синтез биологически активных веществ»**

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: д.х.н., проф. Кочетков К.А., к.х.н., доц. Калистратова А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин по химии биологически активных веществ кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Стереоселективный синтез биологически активных веществ» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии, биохимии, а также в области химии биологически активных веществ.

Цель дисциплины – состоит в углублении знаний и умений студентов в области стереохимии, стереоселективного органического синтеза, номенклатуры IUPAC оптически активных соединений, а также в области современных и перспективных методов анализа сложных органических молекул.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов фундаментальной материаловедческой базы и системных углубленных знаний в области стереохимии органических соединений
- подготовка высококвалифицированных химиков, способных работать в области оптически активных природных соединений, фармацевтической химии и биохимии.
- выработка системного подхода к постановке научной задачи, ее выполнению и анализу результатов исследований в области оптически активных соединений.

Дисциплина «Стереоселективный синтез биологически активных веществ» преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.); УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.
--------------	---	--

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – б) - Анализ опыта
		ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	

		<p>наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии</p>	<p>ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений; ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.</p>	
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области стереоселективной химии;
- современные структурные представления о строении и свойствах оптически активных веществ;
- основы современных технологических процессов получения оптически чистых веществ, закономерности проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств; области применения;
- основные пути создания новых видов и типов оптически активных БАВ для применения в различных областях народного хозяйства.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы в области оптически активных веществ и технологий их производства;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых оптически активных веществ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и стереохимических свойств оптически активных веществ;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам БАВ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области стереохимии;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии оптически активных веществ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области стереохимии;
- способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области стереохимии с учетом правил соблюдения авторских прав.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,5
Лекции	0,475	17	12,75
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	2,05	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,05	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Основные понятия стереохимии. Методы определения и анализа оптически активных веществ.	30	5	5	5	5	20
	1.1. Предмет стереохимии.	6	1	1	1	1	4
	1.2. Конфигурация и номенклатура оптически активных соединений.	12	2	2	2	2	8
	1.3. Основные методы определения энантиомерного и диастереомерного состава оптически активных веществ.	12	2	2	2	2	8
2	Раздел 2. Типы хирального воздействия и основные методы получения оптически активных веществ.	39	6	6	6	6	27
	2.1 Современные методы и подходы при расщеплении рацемических смесей.	19	3	3	3	3	13
	2.2 Стереонаправленный синтез.	20	3	3	3	3	14
3	Раздел 3. Связь стереохимического строения с биологической активностью.	39	6	6	6	6	27
	ИТОГО	108	17	17	17	17	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия стереохимии. Методы определения и анализа оптически активных веществ.

1.1. Предмет стереохимии. Основные положения и понятия стереохимии. Строение молекулы, конфигурация, центр диссимметрии, асимметрический атом углерода, хиральный центр, конформация, конформационный анализ, структура молекулы. Изомерия и ее три вида: структурная, конфигурационная и конформационная изомерия. Стереои́зомерия, понятие о энантиомерах и диастереомерах. Рацематы. Понятие о хиральности молекул и предметов. Современная теория симметрии кристаллических твердых тел. Международная символика обозначения пространственных групп симметрии (символика Шенфлиса). Элементы симметрии: ось симметрии n -го порядка, зеркально-поворотные оси, центры симметрии и плоскости симметрии. Ахиральные и хиральные молекулы, число стереомеров. Понятие об оптическом вращении и его знаке.

1.2. Конфигурация и номенклатура оптически активных соединений. Пространственные модели, полусферические модели Стюарта-Вриглеба, шаростержневые модели. Перспективные формулы, клиновидная проекция, проекционные формулы Ньюмена и Фишера. Правила пользования проекциями Фишера. Энантиомерные и диастереомерные соотношения.

Система Кана-Ингольда-Прелога и основные этапы процедуры наименования абсолютной конфигурации молекул: определение старшинства заместителей, расположение заместителей, расположение молекулы вдоль связи с младшим заместителем и определения направления падения старшинства заместителей. Примеры. D,L-Номенклатура, D-глицериновый альдегид, связь двух основных видов номенклатуры.

Различия и сходства в химических и физических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Мезо-формы. Удельное оптическое вращение. Дисперсия оптического вращения. Оптическая чистота, энантиомерный избыток. Рацемизация, эпимеризация.

E, *Z*- номенклатура олефинов. Асимметрический атом углерода как хиральный центр. Примеры центральной, аксиальной симметрии. Атропоизомерия. Хиральная ось, плоскость, спиральность. Ахиральность. Прохиральность. Примеры соединений с неуглеродным хиральным центром.

1.3. Основные методы определения энантиомерного и диастереомерного состава оптически активных веществ. Относительные методы определения конфигурации. Метод химической корреляции. Метод изотопного разбавления (радиоактивные и стабильные изотопы). Измерение оптического вращения. Изучение спектров ДОВ. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления. Калориметрический метод. Метод ГЖХ а) диастереомерные производные. б) использование хиральных носителей. Метод ВЭЖХ на хиральных колонках. Метод ЯМР а) диастереомерных производных. б) использование хиральных растворителей в) использование лантаноидных сдвигающих реагентов. Определение абсолютной конфигурации веществ.

Раздел 2. Типы хирального воздействия и основные методы получения оптически активных веществ.

2.1 Современные методы и подходы при расщеплении рацемических смесей.

Разделение и выделение диастереомеров. Типы хирального воздействия. Асимметрическая индукция. Воздействие хирального реагента. Воздействие хиральной уходящей группы. Воздействие хиральной среды (растворитель, свет и т.д.). Воздействие хиральной подложки.

2.2 Стереонаправленный синтез. Стереонаправленный синтез из других оптически активных соединений, метод химической корреляции. Асимметрический синтез с использованием хиральных регенерируемых реагентов. Каталитический асимметрический синтез. Химико-ферментативный синтез. Энзиматические методы. Сочетание нескольких методов и подходов. Новые химические технологии получения оптически чистых биологически активных соединений

Раздел 3. Связь стереохимического строения с биологической активностью.

3.1 Хиральность в природе. Примеры различной биологической активности *S*- и *R*-соединений. Активность рацематов, талидомид. Причины различия в поведении энантиомерных молекул по отношению к симметричным реагентам и к хиральным молекулам. Модель трехточечного продуктивного связывания с активным центром фермента. Оптически активные аминокислоты и хиральные биологически активные производные кислот фосфора - компоненты высокоэффективных медицинских препаратов. Изменение биологической активности соединений в зависимости от их стереохимии. Важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- современные научные достижения и перспективные направления работ в области стереоселективной химии;	+	+	+
2	- современные структурные представления о строении и свойствах оптически активных веществ;	+		
3	- основы современных технологических процессов получения оптически чистых веществ, закономерности проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения;	+	+	
4	- основные пути создания новых видов и типов оптически активных БАВ для применения в различных областях народного хозяйства.		+	+
	Уметь:			
5	- проводить анализ научно-технической литературы в области оптически активных веществ и технологий их производства;	+	+	+
6	- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых оптически активных веществ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;		+	+
7	- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и стереохимических свойств оптически активных веществ;	+		
8	- применять теоретические знания по современным и перспективным видам БАВ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.	+	+	+
	Владеть:			
9	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области стереохимии;	+	+	+
10	- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии оптически активных веществ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;		+	+

11	- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области стереохимии;		+	+
12	- способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области стереохимии с учетом правил соблюдения авторских прав.		+	+
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		
13	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.);	+	+
14		УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
15	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;	+	+
16		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	+	+

17	ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов		+	+
18	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	+	+	+
19		ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений;		+	+
20		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	+	+	+

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	Основные положения и понятия стереохимии. Строение молекулы, конфигурация, центр диссимметрии, асимметрический атом углерода, хиральный центр, конформация, конформационный анализ, структура молекулы. Изомерия и ее три вида: структурная, конфигурационная и конформационная изомерия. Стереοизомерия, понятие о энантиомерах и диастереомерах.	1
2		Различия и сходства в химических и физических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Мезο-формы. Удельное оптическое вращение. Дисперсия оптического вращения. Оптическая чистота, энантиомерный избыток. Рацемизация, эпимеризация. Ахиральность. Прохиральность. Примеры соединений с неуглеродным хиральным центром	2
3		Относительные методы определения конфигурации. Метод химической корреляции. Метод изотопного разбавления. Измерение оптического вращения. Изучение спектров ДОВ. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления. Калориметрический метод. Метод ГЖХ. Метод ВЭЖХ на хиральных колонках. Определение абсолютной конфигурации веществ.	2
4	2	Разделение и выделение диастереомеров. Типы хирального воздействия. Асимметрическая индукция. Воздействие хирального реагента. Воздействие хиральной уходящей группы. Воздействие хиральной среды (растворитель, свет и т.д.). Воздействие хиральной подложки.	3
5		Стереонаправленный синтез из других оптически активных соединений, метод химической корреляции. Асимметрический синтез с использованием хиральных регенерируемых реагентов. Каталитический асимметрический синтез. Химико-ферментативный синтез. Энзиматические методы. Сочетание нескольких методов и подходов. Новые химические технологии получения оптически чистых	3

		биологически активных соединений	
6	3	Хиральность в природе. Примеры различной биологической активности <i>S</i> - и <i>R</i> -соединений. Активность рацематов, талидомид. Причины различия в поведении энантиомерных молекул по отношению к симметричным реагентам и к хиральным молекулам.	2
7		Модель трехточечного продуктивного связывания с активным центром фермента. Оптически активные аминокислоты и хиральные биологически активные производные кислот фосфора - компоненты высокоэффективных медицинских препаратов	2
8		Изменение биологической активности соединений в зависимости от их стереохимии. Важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.	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;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку реферативно-аналитической работы по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета 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 (3 работы, максимальная оценка 45 баллов), реферата (максимальная

оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Аналитические методы определения оптически активных веществ, их сравнение.
2. Относительная и абсолютная конфигурация веществ
3. Асимметрический синтез капотена
4. Асимметрический синтез нафтилаланина
5. Асимметрический синтез природных соединений
6. Химико-ферментативный синтез аминокислот
7. Ферментативные методы получения аминспиртов
8. Происхождение хиральности в природе
9. Совершенствование номенклатуры органических соединений
10. Недостатки используемых номенклатур
11. Стереохимия органических структур с хиральным атомом фосфора.
12. Стереохимия органических структур с хиральным атомом кремния
13. Стереохимия органических структур с хиральным атомом палладия

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе для каждого раздела).

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

Примеры вопросов 1.1.

1. Принципы формирования обозначения пространственных групп по международной символике.
2. Принципы формирования обозначения пространственных групп по символике Шенфлиса.
3. Перечислите виды химических связей. Приведите примеры.
4. Способы расчета удельного вращения молекул.
5. Охарактеризуйте основные разделы стереохимии, структурной стереохимии.
6. Приведите основные критерии наличия асимметрического атома углерода.
7. Обоснуйте понятие хирального центра и асимметрического атома углерода.
8. Охарактеризуйте три вида изомерии: структурной, конфигурационной и конформационной изомерии. Приведите примеры.
9. Современные представления о хиральности молекул и предметов. Приведите примеры.
10. Опишите понятие о энантиомерах и диастереомерах, рацематах. Приведите примеры.
11. Особенности элементов симметрии: ось симметрии n-го порядка, зеркально-поворотные оси, центры симметрии и плоскости симметрии. Ахиральные и хиральные молекулы, число стереомеров. Привести конкретные примеры.
12. Понятие об оптическом вращении и его знаке. Привести расчет конкретных примеров.
13. Особенности применения пространственных моделей, полусферических моделей Стюарта-Вриглеба, шаростержневых моделей.
14. Особенности построения перспективных формул, клиновидных проекций, проекционных формул Ньюмена и Фишера.

15. Правила пользования проекциями Фишера.
16. Энантиомерные и диастереомерные соотношения. Примеры.
17. Система Кана - Ингольда - Прелога и основные этапы процедуры наименования абсолютной конфигурации молекул. Привести примеры.
18. Определение старшинства заместителей, расположения заместителей, расположения молекулы вдоль связи с младшим заместителем и определения направления падения старшинства заместителей. Примеры определения конфигурации.
19. Переход от системы Кана - Ингольда - Прелога к проекциям Фишера и обратно. Примеры.
20. D,L-Номенклатура, D- глицериновый альдегид, связь двух основных видов номенклатуры.
21. Различия и сходства в химических и физических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Решение задач.
22. Мезо-формы. Решение задач на примере сахаров.
23. Дисперсия оптического вращения. Оптическая чистота, энантиомерный избыток. Взаимные соотношения.
24. Обсуждение примеров по рацемизации и эпимеризации.

Примеры вопросов 1.2.

1. Основные методы определения энантиомерного и диастереомерного состава оптически активных веществ. Относительные и абсолютные методы определения конфигурации.
2. Относительные методы определения конфигурации: химическая корреляция, установление относительной конфигурации с помощью физических методов. Примеры.
3. Определение абсолютной конфигурации веществ: дифракция рентгеновских лучей; теоретический расчет оптического вращения. Примеры.
4. Метод химической корреляции. Привести примеры.
5. Метод изотопного разбавления (радиоактивные и стабильные изотопы).
6. Измерение оптического вращения веществ.
7. Изучение спектров ДОВ.
8. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления.
9. Калориметрический метод.
10. Метод ГЖХ: диастереомерные производные; использование хиральных носителей.
11. Метод ВЭЖХ на хиральных колонках.
12. Метод ЯМР: диастереомерных производных; использование хиральных растворителей; использование лантаноидных сдвигающих реагентов.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 7,5 баллов за вопрос.

Примеры вопросов 2.1.

1. Опишите типы хирального воздействия.
2. Охарактеризуйте воздействие хирального реагента. Приведите примеры, дайте пояснения.
3. Охарактеризуйте воздействие хирального реагента. Приведите примеры, дайте пояснения.
4. Охарактеризуйте воздействие хиральной уходящей группы. Приведите примеры, дайте пояснения.
5. Охарактеризуйте воздействие хиральной среды (растворитель, свет и т.д.). Приведите примеры, дайте пояснения.
6. Охарактеризуйте воздействие хиральной подложки. Приведите примеры, дайте пояснения.

7. Известные методы расщепления рацематов, разделение и выделение диастереомеров.

Примеры вопросов 2.2.

1. Стереонаправленный синтез из других оптически активных соединений, метод химической корреляции.
2. Асимметрический синтез с использованием хиральных регенерируемых реагентов. Использование. Примеры.
3. Примеры каталитического асимметрического синтеза.
4. Химико-ферментативный синтез в стереохимии.
5. Примеры и важность энзиматических методов в стереохимии.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 7,5 баллов за вопрос.

1. Мероприятия по предотвращению загрязнения внутренней среды человека нежелательными стереомерами ФАВ.
2. Наилучшие доступные технологии получения оптически чистых веществ (ОЧВ), основные принципы.
3. Справочные документы по ОЧВ. Возможности использования справочных документов по ОЧВ в российской системе технического регулирования.
4. Комплексные экологические и фармацевтические разрешения.
5. Хиральность в природе. Примеры различной биологической активности *S*- и *R*-соединений.
6. Физиологическая активность рацематов, талидомид.
7. Причины различия в поведении энантиомерных молекул по отношению к симметричным реагентам и к хиральным молекулам.
8. Модель трехточечного продуктивного связывания с активным центром фермента.
9. Примеры оптически активных аминокислот и хиральных биологически активных производных кислот фосфора.
10. Объяснить причины изменения биологической активности соединений в зависимости от их стереохимии.
11. Пояснить важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов.

1. Модель трехточечного продуктивного связывания с активным центром фермента.
2. Примеры и важность энзиматических методов получения ФАВ.
3. Обоснуйте понятие хирального центра и асимметрического атома углерода.
4. Охарактеризуйте три вида изомерии: структурной, конфигурационной и конформационной изомерии. Приведите примеры.
5. Современные представления о хиральности молекул и предметов. Приведите примеры.
6. Охарактеризуйте три вида изомерии: структурной, конфигурационной и конформационной изомерии. Приведите примеры.
7. Современные представления о хиральности молекул и предметов. Приведите примеры.
8. Хиральность в природе. Примеры различной биологической активности *S*- и *R*-

- соединений.
9. Система Кана-Ингольда-Прелога и процедура наименования абсолютной конфигурации молекул.
 10. Применение перспективных формул, клиновидных проекций, проекционных формул Ньюмена и Фишера.
 11. Правила пользования проекциями Фишера.
 12. Переход от системы Кана -Ингольда-Прелога к проекциям Фишера
 13. Определение старшинства заместителей в системе Кана-Ингольда-Прелога.
 14. Переход от системы Кана-Ингольда-Прелога к проекциям Фишера и обратно. Примеры.
 15. D,L-Номенклатура, D-глицериновый альдегид, связь двух основных видов номенклатуры.
 16. Различия и сходства в химических и физических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Определение удельного оптического вращения, оптической чистоты, энантиомерного избытка.
 17. Опишите типы хирального воздействия.
 18. Особенности элементов симметрии: ось симметрии n-го порядка, зеркально-поворотные оси, центры симметрии и плоскости симметрии. Ахиральные и хиральные молекулы, число стереомеров.
 19. Определение абсолютной конфигурации веществ
 20. Относительные методы определения конфигурации. Метод химической корреляции.
 21. Относительные методы определения конфигурации.
 22. Относительные методы определения конфигурации. Измерение оптического вращения веществ.
 23. Относительные методы определения конфигурации. Изучение спектров ДОВ.
 24. Относительные методы определения конфигурации. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления.
 25. Относительные методы определения конфигурации. Метод ГЖХ: диастереомерные производные, использование хиральных носителей.
 26. Относительные методы определения конфигурации. Метод ВЭЖХ на хиральных колонках.
 27. Относительные методы определения конфигурации. Метод ЯМР: диастереомерных производных, использование хиральных растворителей, использование лантаноидных сдвигающих реагентов.
 28. Классификация и общая характеристика способов получения оптически активных веществ.
 29. Стереохимические особенности строения и связанных с ними физико-химических свойств ФАВ.
 30. Основные источники и факторы загрязнения внутренней среды человека при применении ФАВ.
 31. Национальные стандарты и справочные документы по ФАВ, их использование для обеспечения безопасности производства.
 32. Особенности технологии хиральных ФАВ
 33. Примеры оптически активных аминокислот и хиральных биологически активных производных кислот фосфора
 34. Известные методы расщепления рацематов, разделение и выделение диастереомеров.
 35. Примеры стереонаправленного синтеза из других оптически активных соединений, метод химической корреляции.
 36. Примеры асимметрического синтеза с использованием хиральных регенерируемых реагентов.
 37. Примеры каталитического асимметрического синтеза.
 38. Область химико-ферментативного синтеза. Примеры.
 39. Примеры и важность энзиматических методов.

40. Важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Стереоселективный синтез биологически активных веществ» проводится во 2-м семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4-х вопросов, относящихся ко всем разделам дисциплины.

Пример билета для зачета с оценкой:

<i>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</i> _____ М.С. Ощепков «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа – «Химия и технология биологически активных веществ»
	«Стереоселективный синтез биологически активных веществ»
Билет № 1 1. Обоснуйте понятие хирального центра и асимметрического атома углерода. 2. Относительные методы определения конфигурации. Биохимические методы разложения и кинетического расщепления. 3. Примеры каталитического асимметрического синтеза. 4. Важность стереохимии для фармакологии и химико-фармацевтических производств.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов; в 3 т. / В. Ф. Травень. - М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004. (Базовый учебник).
2. Кочетков К.А., Калистратова А.В. Региоселективный синтез биологически активных веществ. М.: РХТУ – 2017. – 123 с.

Б. Дополнительная литература

1. Илиел Э., Вайлен С., Дойл М. Основы органической стереохимии. М.: БИНОМ. 2007. - 703 с.
2. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ. М.: БИНОМ, 2010. - 229 с.
3. Граник В.Г. Основы медицинской химии. М.: Вузовская книга. 2006. - 384 с. (Базовый учебник)
4. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия. М.: МЕДпресс-информ. 2008. - 616 с.
5. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н., «Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений», М., РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2015. – 156 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Журнал Органической химии», ISSN: 0514-7492
- «Журнал Общей химии», ISSN: 0044-460X
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Кристаллография», ISSN: 0023-4761
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN: 0023-110X
- «Tetrahedron», ISSN: 0040-4020
- «Tetrahedron Letters», ISSN: 0040-4039
- «Tetrahedron: Asymmetry», ISSN: 0957-4166
- «Journal of Crystal Growth», ISSN: 0022-0248
- «Mendeleev Communication», ISSN: 0959-9436
- «Chirality», ISSN: 0899-0042
- «Stereochemistry», ISSN: 1024-2430
- «Journal of Organic Chemistry», ISSN: 0022-3263
- «Journal of the American Chemistry Society», ISSN: 0002-7863
- «European Journal of Organic Chemistry», ISSN: 1099-069

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 «Стереоселективный синтез биологически активных веществ» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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
<p>Раздел 1. Основные понятия стереохимии. Методы определения и анализа оптически активных веществ.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области стереоселективной химии; – современные структурные представления о строении и свойствах оптически активных веществ; – основы современных технологических процессов получения оптически чистых веществ, закономерности проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств; области применения. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области оптически активных веществ и технологий их производства; – проводить экспериментальные исследования состава, структуры и стереохимических свойств оптически активных веществ; – применять теоретические знания по современным и перспективным видам БАВ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области стереохимии. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>
<p>Раздел 2. Типы хирального воздействия и</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p>

<p>основные методы получения оптически активных веществ.</p>	<p>направления работ в области стереоселективной химии;</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы современных технологических процессов получения оптически чистых веществ, закономерности проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств; области применения; – основные пути создания новых видов и типов оптически активных БАВ для применения в различных областях народного хозяйства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области оптически активных веществ и технологий их производства; – формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых оптически активных веществ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; – применять теоретические знания по современным и перспективным видам БАВ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области стереохимии; – методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии оптически активных веществ, обеспечивающих 	<p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>
---	---	---

	<p>обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области стереохимии; <p>способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области стереохимии с учетом правил соблюдения авторских прав.</p>	
<p>Раздел 3. Связь стереохимического строения с биологической активностью.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области стереоселективной химии; – основные пути создания новых видов и типов оптически активных БАВ для применения в различных областях народного хозяйства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области оптически активных веществ и технологий их производства; – формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых оптически активных веществ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; – применять теоретические знания по современным и перспективным видам БАВ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области стереохимии; – методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии оптически активных веществ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения; – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области стереохимии; <p>способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области стереохимии с учетом правил соблюдения авторских прав.</p>	
--	---	--

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
«Стереоселективный синтез биологически активных веществ»**

направление подготовки

04.04.01 Химия

Магистерская программа

«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Супрамолекулярная химия»

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре химии и технологии биомедицинских препаратов.

Авторы программы: зав. каф., д.х.н., доцент М.С. Ощепков, к.х.н., доцент А.Г. Поливанова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Супрамолекулярная химия» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области современной органической и физической химии и физико-химических методов анализа органических веществ.

Цель дисциплины – получение студентами знаний о химии за пределами молекул, о роли нековалентных взаимодействий в химии и биологии.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий супрамолекулярной химии;
- изучение основных закономерностей образования супрамолекул и супрамолекулярных ансамблей;
- изучение возможностей использования супрамолекулярных систем в практических целях в области медицинской химии, нанотехнологии и материаловедения.

Дисциплина «Супрамолекулярная 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
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.); УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) - Анализ опыта
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов; ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений; ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные понятия и термины супрамолекулярной химии, историю становления ее как самостоятельной междисциплинарной науки;
- основные виды межмолекулярных взаимодействий, супрамолекулярные системы на основе "гость-хозяин", нековалентные взаимодействия в биохимических системах, структура и супрамолекулярные системы на основе белков и нуклеиновых кислот;
- основные принципы устройства и работы биологических макромолекулярных «машин»;

Уметь:

оценивать влияние среды на протекание химических реакций, роль нековалентных взаимодействий в химических реакциях в кристаллах, влияние кристаллического окружения на внутримолекулярные превращения;

Владеть:

- основными методами исследования нековалентных взаимодействий.

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:	1,42	51	38,25
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия	0,48	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,48</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	1,58	57	42,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,58	57	42,75
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	Акад. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основные понятия супрамолекулярной химии	19	3	6	3	3	10
1.1	Введение. Краткая история супрамолекулярной химии.	5	1	2	1	1	2
1.2	Молекулярное распознавание.	14	2	4	2	2	8
2.	Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов	25	4	8	4	4	13
2.1	Краун-эфирь – первые искусственные молекулы-рецепторы	13	2	4	2	2	7
2.2	Каликсарены	12	2	4	2	2	6
3.	Раздел 3. Биомиметические системы	12	2	4	2	2	6
3.1	Абиотические молекулы и реакции, биомиметический подход в медицинской химии	12	2	4	2	2	6
4.	Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника	26	4	8	4	4	14
4.1	Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций	13	2	4	2	2	7
4.2	Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах	13	2	4	2	2	7
5.	Раздел 5. Органические проводники	25	4	8	4	4	13
5.1	Молекулярные «машины»	12	2	4	2	2	6
5.1	Супрамолекулярная химия металлоорганических гибридных материалов	13	2	4	2	2	7
	ИТОГО	108	17	34	17	17	57
	Экзамен	36					
	ИТОГО	144					

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия супрамолекулярной химии.

Раздел 1.1 Введение. Краткая история супрамолекулярной химии. Значимость научно-исследовательских работ в области супрамолекулярной химии для практического применения. Природа нековалентных взаимодействий (координационные связи, диполь-дипольные взаимодействия, силы Ван-дер-Ваальса, стэкинг-взаимодействие, водородные связи). Получение 1D, 2D, 3D- структур. Молекулярная библиотека Р. Стенга и Б. Оленюка. Искусственные мембраны, мембранный транспорт. Моно- и полислои Лэнгмюра-Блоджетт. Визиклы, мицеллы: специфические типы материалов. Супрамолекулярная организация в нуклеиновых кислотах, белках.

Раздел 1.2 Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие. Эндорецепторы, экзорецепторы. Гибкие, жесткие рецепторы. Монотопные и политопные рецепторы. Природные рецепторы (валиномицин, боверицин, макротетралиды, линейные полиэфирные антибиотики). Рецепторы для анионных субстратов. Связывание нейтральных молекул. Комплексы с аммонийными катионами. Дифильный рецептор. Хиральное распознавание. Геликаты. Молекулярные узлы. Самосборка и самоорганизация органических молекул. Самосборка в присутствии ионов металлов, образование структурных элементов этажерок, лесенок, решеток. Самосборка за счет водородных связей. Многокомпонентная самосборка. Самосборка упорядоченных фаз и кристаллических структур, направляемая образованием водородных связей.

Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов.

Раздел 2.1 Краун-эфир – первые искусственные молекулы-рецепторы. Номенклатура, методы синтеза краун-эфиров, криптанов, поданов. Особенности комплексообразования краун-эфиров, криптанов, поданов. Селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов. Влияние противоиона соли и растворителя на процесс комплексообразования. Реорганизация краун-соединений в процессе комплексообразования. Комплексообразование с анионами и нейтральными молекулами. Применение краун-соединений в химическом синтезе, аналитической и физической химии. Кatenаны и ротаксаны (строение, методы синтеза). Молекулярные узлы, дендримеры. Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов. Моно- и политопные рецепторы, порфириновые димеры. Комплексообразование порфиринов с фуллеренами. Образование комплексов порфиринов с органическими молекулами за счет образования водородных связей. Супрамолекулярные полимеры на основе порфиринов. Применение порфиринов в медицине.

Раздел 2.2 Каликсарены. Номенклатура. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Модификация каликсаренов. Структура каликсаренов. Физико-химические методы исследования каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов, аммония, органическими молекулами, смешанные комплексы. Функциональные системы на основе каликсаренов. Экстракция катионов металлов с использованием каликсаренов. Циклодекстрины. Строение и номенклатура циклодекстринов. Выделение циклодекстринов из крахмала. Химическая модификация циклодекстринов. Комплексообразование циклодекстринов с органическими молекулами. Комплексообразование циклодекстринов с неорганическими солями. Смешанные комплексы циклодекстринов. Реакции, протекающие в полости циклодекстринов. Процессы гидролиза, протекающие в полости циклодекстринов. Применение циклодекстринов для модификации свойств органических соединений и в жидкостной хроматографии. Кукурбитурилы. Методы получения. Комплексообразование с катионами металла и органическими заряженными молекулами.

Раздел 3. Биомиметические системы.

Раздел 3.1 Абиотические молекулы и реакции, биомиметический подход в медицинской химии. Природные и искусственные ионофоры. Комплексоны для производных аммония, дикарбоновых кислот, аминокислот. Комплексоны для ДНК. Искусственные каталитические системы. Моделирование биологических реакций. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. Супрамолекулярные металлокатализаторы

Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника.

Раздел 4.1 Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций. Краунсодержащие спиросоединения. Фотоуправляемое комплексообразование спиронафтоксазинов. Спиропираны в качестве искусственных биологических рецепторов. Спиропираны в составе белков. Спиропираны в составе полимеров. Краунсодержащие нафтопираны и фотоуправляемые сенсоры на их основе. Краунсодержащие дигетарилэтены. Краунсодержащие трифенилметановые красители.

Раздел 4.2 Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства. Основные типы компонент для осуществления переноса электрона. Основные типы устройств по переносу электрона. Молекулярные провода. Электропереключающие устройства. Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона. Основные компоненты и типы устройств по переносу энергии. Методы исследования и регистрации процессов переноса энергии.

Раздел 5. Органические проводники.

Раздел 5.1 Молекулярные «машины». Устройство молекулярных машин. Молекулярные шестеренки, молекулярные мускулы. Машины, работающие при изменении кислотности среды и при протекании окислительно-восстановительных процессов. Молекулярный насос, молекулярный мотор. Молекулярная машины, работающие при изменении кислотности среды, переносе электрона, при фотооблучении. Молекулярный автомобиль.

Раздел 5.2 Супрамолекулярная химия металлоорганических гибридных материалов. Методы получения металлических наночастиц. Методы получения гибридных металлоорганических наночастиц и наноматериалов. Методы изучения гибридных наноматериалов. Примеры гибридных наночастиц и их свойства. Перспективы гибридных наноматериалов.

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 понятия и термины супрамолекулярной химии, историю становления ее как самостоятельной междисциплинарной науки;	+				
2	- основные виды межмолекулярных взаимодействий, супрамолекулярные системы на основе "гость-хозяин", нековалентные взаимодействия в биохимических системах, структура и супрамолекулярные системы на основе белков и нуклеиновых кислот		+	+	+	
3	- основные принципы устройства и работы биологических макромолекулярных «машин»					+
	Уметь:					
4	- оценивать влияние среды на протекание химических реакций, роль нековалентных взаимодействий в химических реакциях в кристаллах, влияние кристаллического окружения на внутримолекулярные превращения;		+	+	+	+
	Владеть:					
5	- основными методами исследования нековалентных взаимодействий.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
6	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.);		+	+	+
7		УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.		+	+	+
8	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;		+	+	+
		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).		+	+	+

9	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	+	+	+	+	+
10		ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений;	+	+	+	+	+
11		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	+	+	+	+	+

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	Основные понятия супрамолекулярной химии	1
2		Молекулярное распознавание.	2
3	2	Краун-эфиры – первые искусственные молекулы-рецепторы	2
4		Каликсарены	2
5	3	Абиотические молекулы и реакции, биомиметический подход в медицинской химии	2
6	4	Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций	2
7		Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах	2
8	5	Молекулярные «машины»	2
9		Супрамолекулярная химия металлоорганических гибридных материалов	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине не предусмотрено.

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;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ;
- проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня по тематике дисциплины;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена 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 4-х контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), реферата (максимальная оценка 20 балла) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Природные и искусственные ионофоры.
2. Применение краун-соединений в химическом синтезе, аналитической и физической химии.
3. Катенаны и ротаксаны (строение, методы синтеза).
4. Молекулярные узлы, дендримеры.
5. Порфирины и их биологически активные синтетические производные.
6. Супрамолекулярные полимеры на основе порфиринов.
7. Применение порфиринов в медицине.
8. Функциональные системы на основе каликсаренов.
9. Краунсодержащие нафтопираны и фотоуправляемые сенсоры на их основе.
10. Краунсодержащие дигетарилэтены.
11. Краунсодержащие трифенилметановые красители.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольные работы (по одной контрольной работе по разделам №1 – №4). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 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.

1. Краткая история супрамолекулярной химии.
2. Природа нековалентных взаимодействий.
3. Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем.
4. Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие.
5. Типы рецепторов.
6. Самосборка и самоорганизация органических молекул, координационных соединений, органо-биологических ансамблей.
7. Объясните термин супрамолекулярный ансамбль.
8. За счет каких взаимодействий образуются супрамолекулярные частицы?
9. Какие названия носят составные части супрамолекулярных ассоциатов?
10. Что такое топичность рецептора?
11. Дайте определение понятию "хозяин", предложенному Д.Крамом.

Вопрос 1.2.

1. Чем определяется селективность и эффективность связывания субстрата рецептором?
2. Дайте определение понятиям аллостерия, кооперативность и самореplikация.
3. Поясните принцип "ключ - замок".
4. Чем молекулярное распознавание отличается от простого связывания?
5. Чем определяется выбор субстрата при молекулярном распознавании?

6. В чем заключается принцип двойной комплементарности?
7. Соблюдение каких условий необходимо для распознавания рецептором субстрата?
8. Что включает в себя понятие "молекулярной информации"?
9. Что представляют собой молекулярные рецепторы?
10. В чем заключается дизайн молекулярных рецепторов?
11. Что такое эндорецептор?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Краун-эфиры, криптанды, поданды.
2. Особенности комплексообразования, селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов.
3. Катенаны, ротаксаны, Синтез, свойства.
4. Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина.
5. Методы синтеза и модификации порфирина.
6. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов.
7. Применение порфиринов и фталоцианинов в медицине.
8. Каликсарены. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов.
9. Комплексообразование с катионами металлов и аммония, органическими молекулами.
10. Циклодекстрины. Строение и номенклатура. Химическая модификация.
11. Комплексообразование циклодекстринов с неорганическими, органическими молекулами и биомолекулами.

Вопрос 2.2.

1. Что означает понятие "конформационная жесткость рецептора"?
2. В чем отличие конформационно жестких рецепторов от конформационно гибких?
3. В чем заключается дизайн рецепторов макрополициклического типа?
4. В чем заключается принцип предорганизации?
5. Что такое макроциклический и криптатный эффекты?
6. Чем отличается монотопный рецептор от политопного?
7. Для распознавания каких субстратов применяют краун-эфиры?
8. От чего зависят селективность комплексообразования и устойчивость комплексов, образуемых краун-эфирами?
9. Кукурбитурилы. Строение и номенклатура. Химическая модификация. Комплексообразование с неорганическими соединениями.
10. Комплексы кукурбитурилов с органическими молекулами и биомолекулами.
11. Смешанные комплексы на основе различных кавитандов и органических молекул. Строение и свойства.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Супрамолекулярные систем для моделирования биологических процессов.
2. Комплексоны на амины, карбоновые кислоты, аминокислоты.
3. Процессы переноса и создание ионофоров.
4. Транспорт аминов и аминокислот через мембраны.
5. Комплексообразование органических молекул с ДНК, деградация ДНК под действием органических молекул.
6. Супрамолекулярный катализ.
7. Моделирование биохимических реакций.
8. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот с супрамолекулярным катализом.
9. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы.
10. Супрамолекулярные металлокатализаторы.

Вопрос 3.2.

1. За счет каких взаимодействий происходит связывание и распознавание незаряженных молекул?
2. На какие группы подразделяются нейтральные субстраты?
3. Какие рецепторы связывают тиомочевину?
4. За счет каких взаимодействий рецепторы связывают нейтральные субстраты, содержащие C-H связи?
5. За счет каких взаимодействий рецепторы связывают нейтральные субстраты, содержащие N-H, O-H или D-H группы (где D - атом, донор НЭП)?
6. Какими отличительными особенностями обладают анионные субстраты по сравнению с соответствующими катионными субстратами?
7. Какую форму могут иметь анионные субстраты?
8. За счет каких взаимодействий происходит связывание анионных субстратов?
9. Наличие каких групп в рецепторе необходимо для связывания анионов?
10. Какие соединения применяются для связывания анионных субстратов?
11. Какими факторами определяется стабильность комплексов и селективность связывания анионных субстратов?

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

Вопрос 4.1.

1. Супрамолекулярные фотохромные системы.
2. Нафтопираны в качестве искусственных биологических рецепторов.
3. Нафтопираны в составе белков.
4. Нафтопираны в составе полимеров.
5. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах.
6. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства.
7. Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах.
8. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона.
9. Молекулярные машины.
10. Принципы конструирования молекулярных устройств и машин.
11. Виды энергии, используемые при движении машин.

Вопрос 4.2.

1. Краунсодержащие трифенилметановые красители.
2. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах.

3. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей.
 4. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства.
 5. Основные типы компонент для осуществления переноса электрона.
 6. Основные типы устройств по переносу электрона.
 7. Молекулярные провода.
 8. Электропереключающие устройства.
 9. Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах.
 10. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона.
 11. Основные компоненты и типы устройств по переносу энергии.
- Методы исследования и регистрации процессов переноса энергии.

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов за каждый.

1. Природа нековалентных взаимодействий.
2. Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем.
3. Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие.
4. Самосборка и самоорганизация органических молекул, координационных соединений, органо-биологических ансамблей.
5. Чем определяется селективность и эффективность связывания субстрата рецептором?
6. Дайте определение понятиям аллостерия, кооперативность и саморепликация.
7. Чем молекулярное распознавание отличается от простого связывания? Чем определяется выбор субстрата при молекулярном распознавании?
8. В чем заключается принцип двойной комплементарности? Соблюдение каких условий необходимо для распознавания рецептором субстрата?
9. Краун-эфиры, криптанды, поданды.
10. Особенности комплексообразования, селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов.
11. Катенаны, ротаксаны, Синтез, свойства.
12. Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина.
13. Методы синтеза и модификации порфирина.
14. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов.
15. Применение порфиринов и фталоцианинов в медицине.
16. Каликсарены. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов.
17. Комплексообразование с катионами металлов и аммония, органическими молекулами.
18. Циклодекстрины. Строение и номенклатура. Химическая модификация.
19. Комплексообразование циклодекстринов с неорганическими, органическими молекулами и биомолекулами.
20. Что означает понятие "конформационная жесткость рецептора"? В чем отличие конформационно жестких рецепторов от конформационно гибких?
21. От чего зависят селективность комплексообразования и устойчивость комплексов, образуемых краун-эфирами?
22. Кукурбитурилы. Строение и номенклатура. Химическая модификация. Комплексообразование с неорганическими соединениями.
23. Комплексы кукурбитурилов с органическими молекулами и биомолекулами.
24. Смешанные комплексы на основе различных кавитандов и органических молекул. Строение и свойства.

25. Супрамолекулярные систем для моделирования биологических процессов.
26. Комплексоны на амины, карбоновые кислоты, аминокислоты.
27. Процессы переноса и создание ионофоров.
28. Транспорт аминов и аминокислот через мембраны.
29. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы.
30. За счет каких взаимодействий происходит связывание и распознавание незаряженных молекул?
31. Какими отличительными особенностями обладают анионные субстраты по сравнению с соответствующими катионными субстратами?
32. За счет каких взаимодействий происходит связывание анионных субстратов?
33. Какие соединения применяются для связывания анионных субстратов?
34. Какими факторами определяется стабильность комплексов и селективность связывания анионных субстратов?
35. Нафтопираны в качестве искусственных биологических рецепторов.
36. Нафтопираны в составе белков.
37. Нафтопираны в составе полимеров.
38. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах.
39. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства.
40. Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах.
41. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона.
42. Принципы конструирования молекулярных устройств и машин.
43. Краунсодержащие трифенилметановые красители.
44. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей.
45. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства.
46. Основные типы компонент для осуществления переноса электрона.
47. Основные типы устройств по переносу электрона.
48. Практическое применение молекулярных машин.
49. Супрамолекулярные материалы (полимеры, жидкие кристаллы, кристаллические материалы).
50. Эффект наноорганизации на проявляемые характеристики.
51. Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций.
52. Краунсодержащие спиросоединения.
53. Фотоуправляемое комплексообразование спироафтоксазинов.
54. Супрамолекулярные системы, превращения которых основаны на протекании окислительно-восстановительных реакций.
55. Краунсодержащие нафтопираны и фотоуправляемые сенсоры на их основе. Краунсодержащие дигетарилэтены.
56. Молекулярная машины, работающие при изменении кислотности среды, переносе электрона, при фотооблучении.
57. Методы получения металлических наночастиц.
58. Методы получения гибридных металлоорганических наночастиц и наноматериалов.
59. Методы изучения гибридных наноматериалов.

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 «Супрамолекулярная химия» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<i>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</i> _____М.С. Ощепков «__» _____ 20__г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	Направление 04.04.01 Химия Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
	«Супрамолекулярная химия», экзамен
Билет № 1 1. Природа нековалентных взаимодействий 2. Методы синтеза и модификации порфирина 3. За счет каких взаимодействий происходит связывание анионных субстратов? 4. Методы получения гибридных металлоорганических наночастиц и наноматериалов	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Федорова О. А. Супрамолекулярная химия. Учебное пособие, изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2010. – 204 с.

Б. Дополнительная литература

1. Стив Дж. В., Этвуд Дж. Л. Супрамолекулярная химия. М.: ИКЦ «Академкнига». – 2007. – 496 с.

2. Химия комплексов «гость-хозяин». Синтез, структуры и применение. Под ред. Ф. Фегтле, Э. Вебера. М. Мир. – 1988. – 511 с.

3. Скопенко В. В., Цивадзе А. Ю., Савранский Л. И., Гарновский А. Д. Координационная химия. М.: ИКЦ «Академкнига». – 2007. – 527 с.

4. Хираока М. Краун-соединения. Свойства и применение. М.: Мир. – 1986. – 363с.1. Койфман О. И., Мамардашвили Н. Ж., Антипин И. С. Синтетические рецепторы на основе порфиринов и их конъюгатов с каликс[4]аренами. М.: «Наука». – 2006. – 248 с.

5. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы. Новосибирск, «Наука», 1998.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Supramolecular Chemistry» ISSN 1029-0478
- Журнал «Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry» ISSN 1573-1111

- Журнал «Chemical Communications» ISSN 1364-548X
- «Журнал Органической химии», ISSN: 0514-7492
- «Журнал Общей химии», ISSN: 0044-460X
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Tetrahedron», ISSN: 0040-4020
- «Tetrahedron Letters», ISSN: 0040-4039
- «Tetrahedron: Asymmetry», ISSN: 0957-4166
- «Journal of Crystal Growth», ISSN: 0022-0248
- «Journal of Organic Chemistry», ISSN: 0022-3263
- «Journal of the American Chemistry Society», ISSN: 0002-7863
- «European Journal of Organic Chemistry», ISSN: 1099-0690

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 «Супрамолекулярная химия» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Основные понятия супрамолекулярной химии	<i>Знает:</i> - основные понятия и термины супрамолекулярной химии, историю становления ее как самостоятельной междисциплинарной науки	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат

		Оценка за экзамен
Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды межмолекулярных взаимодействий, супрамолекулярные системы на основе "гость-хозяин", нековалентные взаимодействия в биохимических системах, структура и супрамолекулярные системы на основе белков и нуклеиновых кислот; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> оценивать влияние среды на протекание химических реакций, роль нековалентных взаимодействий в химических реакциях в кристаллах, влияние кристаллического окружения на внутримолекулярные превращения; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основными методами исследования нековалентных взаимодействий. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 3. Биомиметические системы	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды межмолекулярных взаимодействий, супрамолекулярные системы на основе "гость-хозяин", нековалентные взаимодействия в биохимических системах, структура и супрамолекулярные системы на основе белков и нуклеиновых кислот; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> оценивать влияние среды на протекание химических реакций, роль нековалентных взаимодействий в химических реакциях в кристаллах, влияние кристаллического окружения на внутримолекулярные превращения; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основными методами исследования нековалентных взаимодействий. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды межмолекулярных взаимодействий, супрамолекулярные системы на основе "гость-хозяин", нековалентные взаимодействия в биохимических системах, структура и супрамолекулярные системы на основе белков и нуклеиновых 	<p>Оценка за контрольную работу №4</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	кислот; <i>Умеет:</i> оценивать влияние среды на протекание химических реакций, роль нековалентных взаимодействий в химических реакциях в кристаллах, влияние кристаллического окружения на внутримолекулярные превращения; <i>Владеет:</i> - основными методами исследования нековалентных взаимодействий.	
Раздел 5. Органические проводники	<i>Знает:</i> - основные принципы устройства и работы биологических макромолекулярных «машин»; <i>Умеет:</i> оценивать влияние среды на протекание химических реакций, роль нековалентных взаимодействий в химических реакциях в кристаллах, влияние кристаллического окружения на внутримолекулярные превращения; <i>Владеет:</i> - основными методами исследования нековалентных взаимодействий.	Оценка за контрольную работу №5 Оценка за реферат 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 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
«Супрамолекулярная химия»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теоретические и экспериментальные методы в химии»

Направление подготовки
04.04.01 Химия

Магистерская программа
**«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: д.х.н., проф. Офицеров Е.Н., к.х.н., доц. Крыщенко Ю.К., к.х.н., доц.
Поливанова А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **04.04.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Теоретические и экспериментальные методы в химии» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области аналитической, физической и органической химии, а также в области современных методов физико-химического анализа органических веществ, изучаемых в рамках программ бакалавриата.

Цель дисциплины – углубленное изучение теоретических основ и особенностей практического применения современных методов исследования структуры и свойств индивидуальных веществ и композиционных материалов и формирование у обучающихся системного подхода к выбору совокупности необходимых методов исследования при решении практических задач научно-исследовательской работы.

Задачи дисциплины:

- изучение номенклатуры и особенностей применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов;

- ознакомление обучающихся с условиями взаимодействия физических воздействий с веществом, разнообразием возможностей изучения свойств соединений, предоставляемым современными физическими методами исследования: инфракрасной спектроскопией, ядерным магнитным резонансом, электронным парамагнитным резонансом, спектроскопией ионной подвижности, хромато-масс-спектрометрией, иммуноферментными методами и рядом других методов.

- овладение комплексными знаниями о совокупности физических и физико-химических методах исследования, знаниями о технических особенностях их применения и выбора оптимального аналитического подхода при решении прикладных задач выпускной квалификационной работы магистра.

Дисциплина «Теоретические и экспериментальные методы в химии» преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины 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 определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания

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 выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук; ОПК-1.3 Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач
	ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1 Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их; ОПК-2.2 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук
Компьютерная грамотность при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-3 Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.3 Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– номенклатуру и особенности применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов;

– теоретические основы современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов;

Уметь:

– осуществлять выборку необходимых физических и физико-химических методов анализа для комплексного решения аналитических задач при проведении научно-исследовательских работ в области химии и технологии биологически активных веществ;

Владеть:

– комплексными знаниями об особенностях реализации различных физических и физико-химических методов анализа на практике.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,5
Лекции	0,475	17	12,75
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	1,05	38	28,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	38	28,5
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Введение. Физические и физико-химические методы исследования биологически активных веществ и продуктов на их основе	5	1	1	1	1	3
2.	Спектроскопические методы исследования.	47	12	12	12	12	23
2.1.	Колебательная спектроскопия.	15	4	4	4	4	7
2.2.	Неразрушающие методы контроля при исследовании БАВ.	8	2	2	2	2	4
2.3.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.	8	2	2	2	2	4
2.4.	Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса	8	2	2	2	2	4
2.5.	Спектроскопия ионной подвижности	8	2	2	2	2	4
3.	Иммуноферментный и флюоресцентный методы анализа, их использование в химии, биохимии и медицине.	10	2	2	2	2	6
4.	Методы количественного описания структуры органических веществ и особенности их использования при проведении исследований в области химии биологически активных веществ	10	2	2	2	2	6
	ИТОГО	72	17	17	17	17	38
	Экзамен	36	-	-	-	-	-
	ИТОГО	108	-	-	-	-	-

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Физические и физико-химические методы исследования биологически активных веществ и продуктов на их основе

Основные этапы НИР. Номенклатура и место физических и физико-химических методов исследования в ходе выполнения НИР и контроле производства БАВ. Современные физические методы исследования, классификация физических методов исследования и особенности их использования при решении различных практических задач.

Раздел 2. Спектроскопические методы исследования.

2.1. Колебательная спектроскопия.

Законы поглощения электромагнитного излучения. Основной закон поглощения, закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонений от основного закона поглощения. Условия регистрации электронных спектров поглощения молекул.

Спектроскопические методы. Колебательная спектроскопия: инфракрасные (ИК) и комбинационного рассеяния (КР) спектры. Спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия (самостоятельно).

Особенности анализ многокомпонентных систем. Определение числа компонентов. Использование координат изобестических точек и точек экстремумов при анализе спектральных кривых. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы). Выбор аналитических длин волн. Определение коэффициентов поглощения. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе. Использование производных спектров для идентификации, структурного анализа, анализа многокомпонентных систем и селективного определения одного компонента в многокомпонентных системах. Взаимодействие электро-магнитных полей с веществом. Шкала электромагнитных волн и методы исследования. Использование электромагнитных воздействий в химической технологии.

2.2. Неразрушающие методы контроля при исследовании БАВ. Неразрушающие методы контроля при проведении исследовательских работ по химии БАВ, в ходе контроля готовой продукции на основе БАВ на производстве и обороте сильнодействующих и наркотических веществ. Инфракрасная спектрофотометрия, ее теоретические и методические основы. Ближняя инфракрасная спектроскопия. Селективные и характеристические колебания в анализе органических веществ. Функциональные группы и характеристические частоты. Улучшение аналитических характеристик за счет Фурье-преобразования.

2.3. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. ЯМР высокого разрешения в жидкостях и твердых телах. Вращение под магическим углом. Метод парамагнитных добавок в ЯМР. Магнитный момент ядра и его взаимодействие с магнитным полем. Условие простого ядерного резонанса. Химический сдвиг сигналов ЯМР. Спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность сигналов ЯМР. Спин-решеточная релаксация. Стационарные и импульсные методы регистрации спектра. Применения ЯМР спектроскопии.

2.4. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Техника ЭПР спектроскопии. Метод спиновых зондов. Особенности применения метода при решении различных исследовательских и прикладных задач

2.5. Спектроскопия ионной подвижности. Спектроскопия ионной подвижности или «электронный нос». Теоретические основы метода, направления практического использования. Особенности детектирования веществ различного строения. Преимущества и недостатки по сравнению с методами газовой или жидкостной хроматографии.

Раздел 3. Иммуноферментный и флюоресцентный методы анализа, их использование в химии, биохимии и медицине. Теоретические основы методов

иммуноферментного и флюоресцентного анализа. Особенности применения при решении различных практических задач в области химии БАВ, биохимии и медицине.

Раздел 4. Методы количественного описания структуры органических веществ и особенности их использования при проведении исследований в области химии биологически активных веществ. Геометрическая и электронная структура молекул. Методы количественного описания структуры (топологические, методы, основанные на моменте инерции вращательного движения, потенциал ионизации и энергия сродства к электрону). Построение зависимостей структура-свойство. Особенности применения методов при решении различных исследовательских задач в области химии БАВ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4		
	Знать:						
1	– номенклатуру и особенности применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов;	+	+	+	+		
2	– теоретические основы современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов;	+	+	+	+		
	Уметь:						
3	– осуществлять выборку необходимых физических и физико-химических методов анализа для комплексного решения аналитических задач при проведении научно-исследовательских работ в области химии и технологии биологически активных веществ;	+	+	+	+		
	Владеть:						
4	– комплексными знаниями об особенностях реализации различных физических и физико-химических методов анализа на практике.	+	+	+	+		
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					
	УК-6 Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания		+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК					
	ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной	ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук;		+	+	+	+

	области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.3 Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач	+	+	+	+
	ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1 Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их; к	+	+	+	+
		ОПК-2.2 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	+	+	+	+
	ОПК-3 Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.3 Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием	+	+	+	+

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	Номенклатура и место физических и физико-химических методов исследования в ходе выполнения НИР и контроле производства БАВ. Современные физические методы исследования, классификация физических методов исследования и особенности их использования при решении различных практических задач.	1
2	2	Спектроскопические методы. Колебательная спектроскопия: инфракрасные (ИК) и комбинационного рассеяния (КР) спектры. Спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия (самостоятельно). Особенности применения, недостатки, возможности методов при решении практических задач.	2
		Особенности анализа многокомпонентных систем спектроскопическими методами. Определение числа компонентов. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы). Выбор аналитических длин волн. Определение коэффициентов поглощения. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе.	2
3		Неразрушающие методы контроля при проведении исследовательских работ по химии БАВ, в ходе контроля готовой продукции на основе БАВ на производстве и обороте сильнодействующих и наркотических веществ.	2
4		ЯМР высокого разрешения в жидкостях и твердых телах	2
5		Техника ЭПР спектроскопии. Метод спиновых зондов. Особенности применения метода при решении различных исследовательских и прикладных задач	2
6		Спектроскопия ионной подвижности или «электронный нос». Особенности детектирования веществ различного строения. Преимущества и недостатки по сравнению с методами газовой или жидкостной хроматографии.	2
8	3	Особенности применения иммуноферментного и флюоресцентного методов при решении различных практических задач в области химии БАВ, биохимии и медицине.	2
9	4	Методы количественного описания структуры (топологические, методы, основанные на моменте инерции вращательного движения, потенциал ионизации и энергия сродства к электрону). Построение зависимостей структур-свойство. Особенности применения методов при решении различных исследовательских задач в области химии БАВ.	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 реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- подготовку к сдаче экзамена 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), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Примерная тематика рефератов

1. Ультрафиолетовая спектроскопия
2. Рентгеновская спектроскопия
3. Спектроскопия ионной подвижности. Основы метода. Особенности детектирования веществ.
4. Преимущества и недостатки СИП по сравнению с методом газовой или жидкостной хроматографии
5. Применение СПИ
6. Микроволновая спектроскопия
7. Вращательное движение и его характеристики
8. Терагерцовая спектроскопия
9. Масс-спектрометрия
10. Спектроскопия комбинационного рассеяния света
11. Геометрическая и электронная структура молекул.
12. Методы количественного описания структуры (топологические, методы, основанные на моменте инерции вращательного движения, потенциал ионизации и энергия сродства к электрону).
13. Построение зависимостей структура-свойство с использованием топологического индекса Винера.
14. Ядерный магнитный резонанс (знание основ, химсдвиги и КССВ, характеристики функциональных групп, умение решать задачи по установлению строения

- органических соединений)
15. Электронный парамагнитный резонанс
 16. Методы флюоресценции в химии, биологии и медицине
 17. Неразрушающие методы контроля в химии, медицине, контроле БАВ
 18. Спектроскопия ионной подвижности и её использование
 19. Рентгеновская спектроскопия
 20. Люминесцентный анализ в химии, биохимии и биологии.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (контрольная работа №1 по разделу №2 и контрольная работа №2 по разделам № 3 и 4). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет 20 баллов за каждую.

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

1. Анализ многокомпонентных систем. Определение числа компонентов.
2. Использование координат изобестических точек и точек экстремумов при анализе спектральных кривых.
3. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы).
4. Выбор аналитических длин волн.
5. Определение коэффициентов поглощения.
6. Использование производных спектров для идентификации, структурного анализа, анализа многокомпонентных систем и селективного определения одного компонента в многокомпонентных системах.
7. Виды спектроскопии на уровне понятий: атомная спектроскопия — исследование энергетических переходов между состояниями электронов на атомных орбиталях
8. Атомно-абсорбционная спектроскопия
9. Атомно-эмиссионная спектроскопия
10. Атомная флуоресценция
11. молекулярная спектроскопия — исследование энергетических переходов между электронными, колебательными и вращательными уровнями энергии молекул (основные понятия включая законы поглощения)
12. Фотоэлектронная спектроскопия
13. Оптическая спектроскопия в видимом диапазоне длин волн
14. Инфракрасная спектроскопия (знание основ, типы колебаний, характеристики функциональных групп и умение решать задачи по установлению строения органических соединений)
15. Типы колебаний: валентные и деформационные.
16. Функциональные группы и характеристические частоты.
17. Таблицы характеристических частот.
18. Водородные связи в ИК-спектроскопии.
19. Ультрафиолетовая спектроскопия
20. Рентгеновская спектроскопия
21. Спектроскопия ионной подвижности. Основы метода. Особенности детектирования веществ.
22. Преимущества и недостатки СИП по сравнению с методом газовой или жидкостной хроматографии
23. Применение СПИ
24. Микроволновая спектроскопия.
25. Вращательное движение и его характеристики

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

1. Взаимосвязь структура-свойство
2. Математические методы в химии
3. Топология и топологические индексы в химии
4. Хроматографические методы и их использование в биохимии.
5. Колоночная хроматография
6. Ионно-обменная хроматография
7. Носители и элюенты, детекция и типы детекторов в ГЖХ и ВЭЖХ.
8. Методы количественного описания структуры (топологические, методы, основанные на моменте инерции вращательного движения, потенциал ионизации и энергия сродства к электрону).
9. Построение зависимостей структура-свойство с использованием топологического индекса Винера.
- 10.

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

Экзаменационный включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов.

1. Классификация методов исследования в химии
2. Соотношение между теоретическими и экспериментальными методами в химии
3. Организация научного исследования с точки зрения выбора аналитических методов
4. Уровни исследования строения вещества
5. Описание свойств веществ и их классификация
6. Методы исследования свойств вещества: классификация и взаимосвязь
7. Взаимосвязь структура-свойство
8. Математические методы в химии
9. Топология и топологические индексы в химии
10. Хроматографические методы и их использование в биохимии.
11. Колоночная хроматография,
12. Ионно-обменная хроматография,
13. Носители и элюенты, детекция и типы детекторов в ГЖХ и ВЭЖХ.
14. Масс-спектрометрия, методы ионизации.
15. Хромато-масс-спектрометрия
16. Основной закон поглощения, закон аддитивности оптических плотностей.
17. Причины отклонений от основного закона поглощения.
18. Условия регистрации электронных спектров поглощения молекул.
19. Анализ многокомпонентных систем. Определение числа компонентов.
20. Использование координат изобестических точек и точек экстремумов при анализе спектральных кривых.
21. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы).
22. Выбор аналитических длин волн.
23. Определение коэффициентов поглощения.
24. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе.
25. Использование производных спектров для идентификации, структурного анализа, анализа многокомпонентных систем и селективного определения одного компонента в многокомпонентных системах.
26. Виды спектроскопии на уровне понятий: атомная спектроскопия — исследование

- энергетических переходов между состояниями электронов на атомных орбиталях
27. Атомно-абсорбционная спектроскопия
 28. Атомно-эмиссионная спектроскопия
 29. Атомная флуоресценция
 30. молекулярная спектроскопия — исследование энергетических переходов между электронными, колебательными и вращательными уровнями энергии молекул (основные понятия включая законы поглощения)
 31. Фотоэлектронная спектроскопия
 32. Оптическая спектроскопия в видимом диапазоне длин волн
 33. Инфракрасная спектроскопия (знание основ, типы колебаний, характеристики функциональных групп и умение решать задачи по установлению строения органических соединений)
 34. Типы колебаний: валентные и деформационные.
 35. Функциональные группы и характеристические частоты.
 36. Таблицы характеристических частот.
 37. Водородные связи в ИК-спектроскопии.
 38. Ультрафиолетовая спектроскопия
 39. Рентгеновская спектроскопия
 40. Спектроскопия ионной подвижности. Основы метода. Особенности детектирования веществ.
 41. Преимущества и недостатки СИП по сравнению с методом газовой или жидкостной хроматографии
 42. Применение СПИ
 43. Микроволновая спектроскопия
 44. Вращательное движение и его характеристики
 45. Терагерцовая спектроскопия
 46. Масс-спектрометрия (знание для МО-17, для остальных понятия)
 47. Спектроскопия комбинационного рассеяния света
 48. Геометрическая и электронная структура молекул.
 49. Методы количественного описания структуры (топологические, методы, основанные на моменте инерции вращательного движения, потенциал ионизации и энергия сродства к электрону).

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 «Теоретические и экспериментальные методы в химии» проводится во 2-м семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</p> <p>_____ М.С. Ощепков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	04.04.01 Химия, магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
	«Теоретические и экспериментальные методы в химии»
<p align="center">Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы исследования свойств вещества: классификация и взаимосвязь. 2. Основной закон поглощения, закон аддитивности оптических плотностей. 3. Носители и элюенты, детекция и типы детекторов в ГЖХ и ВЭЖХ 4. Методы количественного описания структуры (топологические, методы, основанные на моменте инерции вращательного движения, потенциал ионизации и энергия сродства к электрону). 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Петрухин О.М. (ред.). Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов - М.: Химия, 2001. – 497 с. (Базовый учебник).
2. Поливанова А.Г. Высокоэффективная жидкостная хроматография биологически активных веществ. Лабораторный практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 55 с.
3. Винарский В.А. Юрченко Р.А. Коваленко А.Е., Кузовлев. В. Ю., Гладырев В.В. Масс- спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 143с
4. Воловенко Ю.М., Карцев В.Г., Комаров И.В., Туров А.В., Хиля В.П. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса для химиков. «Научное Партнерство», 2011.
5. Ермоленко Ю.В., Калистратова А.В. Капиллярный электрофорез. Теоретические основы и практическое руководство. Лабораторный практикум: учебное пособие – М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021 г. – 128 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гэри К. Аналитическая химия: в 2 т.: пер. с англ // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – Т. 1. – С. 623.
2. Сильверстейн Р, Вебстер Ф., Кимл Д., Спектрометрическая идентификация органических соединений / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 557 с.
3. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, - 2003. – 493 с.
4. Пентин Ю. А., Курамшина Г. М. Основы молекулярной спектроскопии. – Мир, 2008.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Учебник. – М.: Техносфера, 2008. – 544 с.

6. Кристиан Г. Аналитическая химия (в 2-х томах). Учебник. – М: Лаборатория знаний, 2013, том 1 – 623 с., том 2 – 504 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал аналитической химии. ISSN: 0044-4502
- Journal of Analytical Chemistry. ISSN: 0003-2700
- Journal of Chromatography A. ISSN: 0021-9673
- Journal of Mass Spectrometry ISSN: 1076-5174
- Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в химии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал, эталонные спектры и хроматограммы.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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, выпускных квалификационных и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Введение. Физические и физико-химические методы исследования биологически	<i>Знает:</i> – номенклатуру и особенности применения современных физических и физико-химических методов	Оценка за реферат Оценка за

<p>активных веществ и продуктов на их основе</p>	<p>исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять выборку необходимых физических и физико-химических методов анализа для комплексного решения аналитических задач при проведении научно-исследовательских работ в области химии и технологии биологически активных веществ; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексными знаниями об особенностях реализации различных физических и физико-химических методов анализа на практике. 	<p>экзамен</p>
<p>Раздел 2. Спектроскопические методы исследования.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – номенклатуру и особенности применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; – теоретические основы современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять выборку необходимых физических и физико-химических методов анализа для комплексного решения аналитических задач при проведении научно-исследовательских работ в области химии и технологии биологически активных веществ; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексными знаниями об особенностях реализации различных физических и физико-химических методов анализа на практике. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>

<p>Раздел 3. Иммуноферментный и флюоресцентный методы анализа, их использование в химии, биохимии и медицине.</p>	<p><i>Знает:</i> – номенклатуру и особенности применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; – теоретические основы современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; <i>Умеет:</i> – осуществлять выборку необходимых физических и физико-химических методов анализа для комплексного решения аналитических задач при проведении научно-исследовательских работ в области химии и технологии биологически активных веществ; <i>Владеет:</i> – комплексными знаниями об особенностях реализации различных физических и физико-химических методов анализа на практике.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 4. Методы количественного описания структуры органических веществ и особенности их использования при проведении исследований в области химии биологически активных веществ.</p>	<p><i>Знает:</i> – номенклатуру и особенности применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; – теоретические основы современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств чистых веществ и композиционных материалов; <i>Умеет:</i> – осуществлять выборку необходимых физических и физико-химических методов анализа для комплексного решения аналитических задач при проведении научно-исследовательских работ в области химии и технологии биологически активных веществ; <i>Владеет:</i> – комплексными знаниями об особенностях реализации различных физических и физико-химических методов анализа на практике.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>

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
«Теоретические и экспериментальные методы в химии»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия,
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Токсикологическая химия»

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: д.х.н., профессор Коваленко Л.В., к.х.н., доц. Ткаченко С.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Токсикологическая химия» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии, биохимии, а также в области химии биологически активных веществ.

Цель дисциплины – состоит в углублении магистрантами знаний, умений, владений и формировании компетенций в области химических основ токсических процессов, взаимосвязей «структура – свойства – токсичность» для биологически активных веществ, основных видов токсических процессов, специальных токсических процессов, механизмов избирательной токсичности, а также в области современных исследований в области экотоксикологии и направлениях дальнейшего развития этой области.

Задачи дисциплины:

- формирование у магистрантов фундаментальной токсикологической базы и системных углубленных знаний в области токсикохимии биологически активных веществ;
- выработка системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в области токсикологической химии.

Дисциплина «Токсикологическая химия» преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины 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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – б) - Анализ опыта
		ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных	

		смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	веществ различных классов; ПК-4.2 Знает теоретические основы функционирования живых организмов в норме и при патологии, необходимые для осуществления научных исследований в области биомедицинской химии; ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	
		ПК-5 Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области биомедицинской химии и смежных наук	ПК-5.1 Знает нормы техники безопасности при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области биомедицинской химии;	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области химической токсикологии;
- современные физико-химические, химические, фотохимические, кинетические и термодинамические представления о токсических свойствах биологически активных веществ;
- основные типы и предпосылки развития токсических процессов, а также основы их патохимической и патофизиологической стадии;
- основные пути формирования ксенобиотического профиля среды, источники поступления в среду ксенобиотиков и механизмы их возможного накопления и деградации.

Уметь:

- проводить анализ научной литературы в области современных исследований в области токсикологической химии;
- формулировать требования к работе с различными группами токсикантов;
- формулировать возможные механизмы поражения новыми синтетическими биологически активными веществами;
- применять теоретические знания по химической токсикологии для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научной, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным основам токсикологической химии и токсикологических исследований;
 - методологическими подходами, особенностями выявления взаимосвязей структуры и токсических свойств БАВ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых веществ с потенциальным биологически активным действием;
 - методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области токсикологической химии, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в данной области;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической токсикологии с учетом правил соблюдения авторских прав.

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:	0,95	34	25,5
Лекции	0,475	17	12,75
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	2,05	74	55,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,05	74	55,5
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27

Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Основные положения токсикологии: биосистемы – мишени действия токсикантов	12	2	4	2	2	6
1.1	Введение. Основные положения токсикологии	4	-	2	-	-	2
1.2	Биосистемы – мишени действия токсикантов. Основные группы ксенобиотиков и токсикантов	8	2	2	2	2	4
2	Свойства токсиканта, определяющие его токсичность, токсикокинетика и токсикодинамика	24	4	7	4	4	13
2.1	Механизмы токсического действия. Свойства ксенобиотика, определяющие токсичность	11	2	3	2	2	6
2.2	Механизмы цитотоксичности. Факторы, влияющие на токсичность.	13	2	4	2	2	7
3.	Избирательная токсичность и специальные виды токсического действия	26	9	4	9	9	13
3.1	Специальные виды токсического действия	12	5	2	5	5	7
3.2	Избирательная токсичность. Избирательно действующие токсиканты.	14	4	2	4	4	6
4.	Основы экотоксикологии	10	2	2	2	2	6
	ИТОГО	72	17	17	17	17	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные положения токсикологии: биосистемы – мишени действия токсикантов.

1.1. Введение. Основные положения токсикологии. Предмет и задачи токсикологии. Общественная значимость токсикологии и промышленных производств.

1.2. Биосистемы – мишени действия токсикантов. Основные группы ксенобиотиков и токсикантов. Токсикант. Ксенобиотик. Краткая характеристика отдельных групп токсикантов. Токсиканты биологического происхождения. Неорганические соединения естественного происхождения. Органические соединения естественного происхождения. Синтетические токсиканты. Пестициды. Органические растворители. Лекарства, пищевые добавки, косметические средства. Боевые отравляющие вещества (БОВ).

Раздел 2. Свойства токсиканта, определяющие его токсичность, токсикокинетика и токсикодинамика

2.1. Биосистемы - мишени действия токсикантов. Уровни организации материи. Особенности взаимодействия ксенобиотиков с биосистемами. Термодинамика биосистем. Термодинамические аспекты токсичности. Фундаментальные свойства живых систем. Токсиканты, как модуляторы фундаментальных свойств живых систем.

Свойства токсиканта, определяющие его токсичность. Размеры молекулы. Геометрия молекулы токсиканта. Физико-химические свойства вещества. Стабильность в среде. Химические свойства.

Токсикодинамика. Механизмы токсического действия. Определение понятия "рецептор" в токсикологии. Действие токсиканта на элементы межклеточного пространства. Действие токсикантов на структурные элементы клеток. Взаимодействие токсикантов с белками. Локализация рецепторов. Понятие полирецепторного профиля связывания токсиканта

2.2. Механизмы цитотоксичности. Нарушение процессов биоэнергетики. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция. Активация свободно-радикальных процессов в клетке. Повреждение мембранных структур. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления.

Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности. Прямое межклеточное взаимодействие. Механизмы гуморальной регуляции. Механизмы нервной регуляции. Особенности токсического повреждения механизмов регуляции клеточной активности.

Метаболизм ксенобиотиков. Концепция I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Локализация процесса биотрансформации. Первая фаза метаболизма. Окислительно-восстановительные превращения. Гидролитические превращения. Вторая фаза метаболизма. Конъюгация. Факторы, влияющие на метаболизм ксенобиотиков. Активные метаболиты и их роль в инициации токсического процесса.

Факторы, влияющие на токсичность. Особенности биосистем и их влияние на чувствительность к ксенобиотикам. Генетически обусловленные особенности реакций организма на действие токсикантов. Необусловленные генетически особенности реакции организма на действие токсикантов. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсиканта. Толерантность. Виды толерантности. Некоторые механизмы толерантности. Химическая зависимость.

Раздел 3. Избирательная токсичность и специальные виды токсического действия

3.1. Специальные виды токсического действия. Иммунотоксичность. Действие токсикантов на иммунную систему. Понятие иммунотоксичности. Иммуносупрессия. Гиперчувствительность (аллергия). Характеристика состояния гиперчувствительности. Химический мутагенез. Условия действия мутагенов на клетки. Изучение мутагенной

активности ксенобиотиков. Химический канцерогенез. Краткая характеристика канцерогенов. Классификации канцерогенов. Стадии химического канцерогенеза. Токсическое влияние на репродуктивную функцию. Тератогенез.

3.2. Избирательная токсичность. Раздражающее действие. Краткая характеристика химических и физико-химических свойств токсикантов. Патогенез токсического эффекта. Основные проявления раздражающего действия. Дерматотоксичность. Пульмонотоксичность. Гематотоксичность. Нейротоксичность. Гепатотоксичность. Нефротоксичность.

Раздел 4. Основы экотоксикологии

Основы экотоксикологии. Ксенобиотический профиль среды. Экотоксикокинетика. Формирование ксенобиотического профиля. Источники поступления поллютантов в среду. Персистирование. Трансформация. Характеристика некоторых экотоксикантов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– Современные научные достижения и перспективные направления работ в области химической токсикологии;	+		+	+
2	– Современные физико-химические, химические, фотохимические, кинетические и термодинамические представления о токсических свойствах биологически активных веществ;	+	+	+	+
3	– Основные типы и предпосылки развития токсических процессов, а также основы их патохимической и патофизиологической стадии;	+	+	+	
4	– Основные пути формирования ксенобиотического профиля среды, источники поступления в среду ксенобиотиков и механизмы их возможного накопления и деградации.				+
	Уметь:				
5	– Проводить анализ научной литературы в области современных исследований в области токсикологической химии;	+	+	+	+
6	– Формулировать требования к работе с различными группами токсикантов;	+	+	+	+
7	– Формулировать возможные механизмы поражения новыми синтетическими биологически активными веществами;	+	+	+	+
8	– Применять теоретические знания по химической токсикологии для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.			+	+
	Владеть:				
9	– Методами работы с научной, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным основам токсикологической химии и токсикологических исследований;	+	+	+	+
10	– Методологическими подходами, особенностями выявления взаимосвязей структуры и токсических свойств БАВ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых веществ с потенциальным биологически активным действием;		+	+	+
11	– Методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области токсикологической химии, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в данной области;	+	+	+	+

12	– Способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической токсикологии с учетом правил соблюдения авторских прав.					+
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				
13	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;	+	+	+	+
		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).		+	+	+
14	ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов		+	+	+
15	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	+	+	+	+
		ПК-4.2 Знает теоретические основы функционирования живых организмов в норме и при патологии, необходимые для осуществления научных исследований в области биомедицинской химии;	+	+	+	+
		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.		+	+	+

	ПК-5 Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области биомедицинской химии и смежных наук	ПК-5.1 Знает нормы техники безопасности при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области биомедицинской химии;	+	+	+	+
--	---	---	---	---	---	---

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	Взаимодействие ксенобиотиков с биосистемами: аспекты токсичности. Основные группы ксенобиотиков и токсикантов	2
2	2	Влияние структурных особенностей молекулы на токсичность. Взаимодействие ксенобиотиков с различными типами рецепторов	1
3		Нарушение основных биохимических процессов в клетке как основа цитотоксичности	1
4		Типы и механизмы химических превращений ксенобиотиков в процессе метаболизма	1
5		Особенности биосистем и их влияние на чувствительность к ксенобиотикам	1
6	3	Иммунотоксичность: типы иммунотоксических процессов. Химический мутагенез. Химический канцерогенез. Тератогенез и токсическое влияние на репродуктивную функцию	3
7		Раздражающее действие: лакриматоры и стерниты. Дерматотоксичность и фотосенсибилизация. Пульмонотоксичность и пульмонотоксиканты	2
8		Гематотоксичность. Гепатотоксичность. Нефротоксичность. Нейротоксичность	4
9	4	Механизмы формирования ксенобиотического профиля среды. Рассмотрение основных источников поступления поллютантов в среду. Явления, наблюдаемые при поступлении ксенобиотиков в среду	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;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку реферативно-аналитической работы по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;

- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета 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), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Избирательная токсичность: определение понятия и история установления корреляции «структура – активность» и «свойство – активность». Рецепторы и лиганды, факторы избирательности.
2. Стадия распределения ксенобиотиков в организме. Различия в проницаемости мембран, механизмы распределения и накопления. Метаболические превращения веществ и их роль и возможности в модуляции проявлений БА и распределения.
3. Биохимические различия организмов, их сравнительная биохимия. Различия биохимических процессов про- и эукариотических организмов как основа избирательности действия токсикантов.
4. Различия в клеточной архитектуре как основа избирательности действия токсикантов. Особенности клеточного строения: клеточная стенка, внутриклеточная архитектура (плазматическая мембрана, ядро, митохондрии, рибосомы, ЭПР). Цитологические аспекты противоопухолевой и иммунотерапии.
5. Химиотерапия: история и принципы. Вклад П. Эрлиха. Химиотерапевтический индекс. Группы химиотерапевтических средств. Проблемы резистентности. Современные подходы к химиотерапии.
6. Взаимосвязь фармако- и токсикодинамики и химиотерапии. Механизмы действия агонистов и антагонистов на рецепторы. Основные гипотезы о механизме действия лекарственных веществ. Современные представления.
7. Концепция антиметаболитов как аналогов коферментов и субстратов ферментов, обладающих антагонистическим действием. История изучения. Ингибиторы переходного состояния, последовательное блокирование. Аналоги метаболитов, образующие ковалентные связи.
8. Физико-химические особенности токсиканта. Ионизация, кислотно-основные равновесия. Различия в ионизации, обеспечивающие избирательность. Ионизация рецепторов.
9. Стерические факторы и их роль в избирательной токсичности. Оптические, геометрические изомеры, конформеры. Рецепторы.

10. Роль ковалентной связи в механизмах проявления токсичности. Антибиотики, ФОС, алкилаторы. Летальный синтез.
11. Химия поверхностных явлений и модификация мембран ПАВ. Поверхностные явления и действие лекарств. Диуретики, гликозиды, сапонины, ионофоры. Защита и повреждение мембран БА агентами.
12. БА, не связанная со структурой. Общие биологические депрессанты (снотворные, общие анестетики, летучие инсектициды). Нарушения митоза: агенты и последствия.
13. Биоактивация ксенобиотиков и некоторых систем до реакционноспособных и токсикоактивных метаболитов (бензпирен, ацетаминофен, кумарины, клозапин). Гиполипидемические лекарственные препараты. Семейство протеаз – калпаинов и заболевания людей.
14. Механизмы фототоксичности и избирательность. Фотодинамическая терапия.
15. Индукция окислительного стресса. Хиноны и их роль. Последствия окислительного стресса. Окислительное повреждение ДНК, белков, липидов. Регуляция окисления жирных кислот.
16. Гепатотоксичность. Характеристика гепатотоксинов. Условия воздействия гепатотоксинов. Факторы, влияющие на гепатотоксичность. Высокоактивные гепатоканцерогены грибов.
17. Иммунотоксичность. Характеристика иммунной системы. Действие токсикантов. Понятие иммунотоксичности. Иммуносупрессия, реакции гиперчувствительности. Аутоиммунные процессы.
18. Химический канцерогенез. Характеристика канцерогенов, классификация. Стадии канцерогенеза и механизмы действия. Выявление канцерогенной активности веществ. Оценка риска химического канцерогенеза.
19. Гематотоксичность. Нарушения гемопоэза. Характеристика токсикантов. Изменение числа форменных элементов крови. Гемолитические анемии. Аплазия костного мозга, лейкемии. Характеристика наиболее известных токсикантов, вызывающих патологии крови и механизмы их действия.
20. Нейротоксичность. Причины уязвимости нервной системы для токсикантов. Характеристика нейротоксикантов и нейротоксических процессов. Проявления нейротоксических процессов. Конвульсанты, седативно-гипнотивные средства, наркотики, психодислептики, эйфориогены, галлюциногены, делириогены. Механизмы действия.
21. Экоотоксикология. Формирование ксенобиотического профиля среды. Источники поступления поллютантов в среду. Персистирование, биотрансформация, аккумуляция, биомагнификация. Экоотоксикодинамика, экоотоксикометрия. Экоотоксиканты, опасные для человека.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе для каждого раздела). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 10 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

1. Основные понятия токсикологии. Предмет курса. Токсичность, токсический процесс. Структура токсикологии.
2. Токсический процесс: основные характеристики.
3. Токсичность, токсический процесс. Формы проявления токсического процесса на разных уровнях организации жизни.

4. Токсические процессы, развивающиеся по пороговому и беспороговому принципу. Интоксикации: типы и локализация.
5. Избирательная токсичность действия токсикантов. Интенсивность воздействия токсикантов. Аллобиоз.
6. Цели и задачи токсикологии, решаемые в токсикометрии, токсикокинетике и токсикодинамике.
7. Классификации токсикантов.
8. Характеристика животных ядов: примеры и механизмы действия
9. Характеристика микотоксинов.
10. Характеристика бактериальных токсинов: примеры и механизмы действия.
11. Характеристика растительных ядов: алкалоиды и гликозиды. Механизмы действия.
12. Характеристика ядов неорганической природы (примеры, механизмы действия).
13. Характеристика органических соединений естественного происхождения. ПАУ.
14. Характеристика органических соединений естественного происхождения. ПАУ и синтетических токсикантов: примеры и механизм действия

Вопрос 1.2.

1. Влияние химических свойств токсиканта на токсичность.
2. Роль нековалентных взаимодействий в развитии токсического процесса.
3. Роль водородных связей в развитии токсического процесса.
4. Влияние размеров молекулы на токсичность.
5. Влияние геометрии молекулы на токсичность.
6. Влияние структурной изомерии на токсичность. Основные закономерности.
7. Влияние растворимости в липидах на токсичность.
8. Влияние растворимости в водных средах на токсичность
9. Роль координационных, ион-дипольных и ион-ионных связей в развитии токсического процесса.
10. Роль сил Ван-дер-Ваальса и гидрофобных взаимодействий в развитии токсического процесса.
11. Роль координационных связей в развитии токсического процесса.
12. Влияние кислотно-основной природы токсиканта на токсичность
13. Роль ковалентной связи в развитии токсического процесса.
14. Влияние растворимости в воде на токсичность.
15. Роль ионной связи в развитии токсического процесса
16. Роль ион-дипольных и ион-ионных связей в развитии токсического процесса.

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

Вопрос 2.1.

1. Механизмы токсического действия. Определение понятия "рецептор" в токсикологии. Типы рецепторов
2. Механизмы токсического действия. Взаимодействие токсикантов с рецепторами разных типов.
 1. Механизмы токсического действия. Действие токсиканта на элементы межклеточного пространства.
 2. Механизмы токсического действия. Взаимодействие токсикантов с липидами.
 3. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления.
 4. Механизмы действия ингибиторов синтеза нуклеиновых кислот и белков. Биологические последствия действия токсикантов на нуклеиновый обмен и синтез белка.

3. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: прямое межклеточное взаимодействие.
4. Механизмы токсического действия. Действие токсикантов на структурные элементы клеток.
5. Механизмы токсического действия. Механизмы изменения каталитической активности ферментов в условиях действия токсикантов.
6. Механизмы токсического действия. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами.
7. Изучение локализации рецепторов в биообъекте. Понятие полирецепторного профиля связывания токсиканта.
8. Нарушение процессов биоэнергетики в клетке. Механизмы действия токсикантов на биоэнергетические процессы.
9. Активация свободно-радикальных процессов в клетке. Реализация повреждающего действия ксенобиотиков на клетку путем активации свободно-радикальных процессов.
10. Токсические эффекты свободных радикалов. Механизмы непосредственного действия токсикантов на биологические мембраны.
11. Активация ферментов. Окислительно-восстановительный цикл трансформации ксенобиотиков.
12. Особенности Ca^{2+} -регуляции внутриклеточных процессов. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция.
13. Ca^{2+} -зависимые механизмы повреждения цитоскелета клеток.

Вопрос 2.2.

1. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: механизмы гуморальной регуляции.
2. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: механизмы нервной регуляции
3. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности.
4. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: особенности повреждения механизмов регуляции клеточной активности.
5. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: особенности токсического повреждения механизмов регуляции клеточной активности.
6. Изменение числа рецепторов, вызываемое действием ксенобиотиков.
7. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности. Десенсибилизация рецепторов.
8. Концепция I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Следствия химической модификации молекулы ксенобиотика.
9. Концепция I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Локализация процессов биотрансформации.
10. Первая фаза метаболизма ксенобиотиков: локализация, ферменты, типы ферментатических превращений.
11. Цитохром P-450-зависимая монооксигеназная система. Реакции, катализируемые цитохромом P-450.
12. Флавиносодержащие монооксигеназы (ФМО). Реакции, катализируемые ФМО. Пероксидазы, дегидрогеназы, флавопротеинредуктазы, эпоксигидролазы.
13. Вторая фаза метаболизма. Характеристика основных реакций конъюгации ксенобиотиков.
14. Вторая фаза метаболизма. Ацетилирование. Конъюгация с глюкуроновой кислотой. Взаимодействие ксенобиотика с глутатионом

15. Активные метаболиты и их роль в инициации токсического процесса. Модели механизмов, связывающих метаболизм ксенобиотиков и процессы формирования повреждения органов и систем.

16. Факторы, влияющие на токсичность. Генетически обусловленные особенности реакций организма на действие токсикантов. Генетические особенности личности.

17. Факторы, влияющие на токсичность. Различия, связанные с полом и возрастом.

18. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов: основные формы и их характеристика.

19. Толерантность. Виды толерантности. Основные механизмы толерантности.

20. Тахифилаксия. Определение, характеристика явления, возможные механизмы формирования.

21. Хроническая форма толерантности: причины и возможные последствия. Биохимические особенности организма в случае хронической формы толерантности.

22. Виды толерантности, механизмы формирования. Биологическое значение толерантности.

23. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов: толерантность, химическая зависимость. Сходства и различия.

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

Вопрос 3.1.

1. Специальные формы токсического процесса. Виды, примеры.
2. Специальные формы токсического процесса. Иммунотоксичность.
3. Особенности функционирования иммунной системы и типы иммунотоксических процессов.
4. Особенности иммунной системы.
5. Химический мутагенез: мутагены и виды мутаций.
6. Тератогенез: определение и закономерности.
7. Механизмы действия тератогенов.
8. Тератогенез. Примеры тератогенов.
9. Особенности проявления специальных форм токсического процесса.
10. Специальные формы токсического процесса и избирательная токсичность: сравнительная характеристика.

Вопрос 3.2.

1. Избирательная токсичность: понятие, основные типы процессов.
2. Лакриматоры и стерниты: механизмы действия, примеры.
3. Дерматотоксичность: химические дерматиты, фотосенсибилизация. Примеры токсикантов.
4. Пульмонотоксичность. Формы патологии дыхательной системы химической этиологии. Примеры пульмонотоксикантов.
5. Нефротоксичность. Механизмы нефротоксического действия ксенобиотиков. Примеры нефротоксикантов.
6. Нейротоксичность. Механизмы нейротоксического действия ксенобиотиков.
7. Примеры высокоактивных нейротоксикантов. Механизмы действия.
8. Гематотоксичность. Механизмы гематотоксического действия ксенобиотиков.
9. Примеры гематотоксикантов. Механизмы гематотоксического действия ксенобиотиков
Гепатотоксичность. Механизмы гепатотоксического действия ксенобиотиков. Примеры гепатотоксикантов.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос на 10 баллов.

1. Основы экотоксикологии. Основные определения.
2. Ксенобиотический профиль среды.
3. Экотоксикокинетика и экотоксикодинамика.
4. Основные определения и назначения дисциплин.
5. Процессы формирования ксенобиотического профиля среды.
6. Источники поступления токсикантов в среду.
7. Хозяйственная деятельность человека.
8. Явления, наблюдаемые при длительном поступлении ксенобиотиков в среду. Персистирование ксенобиотиков.
9. Биотрансформация ксенобиотиков.
10. Характеристика основных экополлютантов.

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов.

1. Основные понятия токсикологии. Предмет курса. Токсичность, токсический процесс. Структура токсикологии. Токсический процесс: основные характеристики.
2. Токсичность, токсический процесс. Формы проявления токсического процесса на разных уровнях организации жизни.
3. Токсические процессы, развивающиеся по пороговому и беспороговому принципу. Интоксикации: типы и локализация.
4. Избирательная токсичность действия токсикантов. Интенсивность воздействия токсикантов. Аллобиоз.
5. Цели и задачи токсикологии, решаемые в токсикометрии, токсикокинетике и токсикодинамике.
6. Классификации токсикантов. Характеристика животных ядов: примеры и механизмы действия. Характеристика микотоксинов.
7. Характеристика бактериальных токсинов: примеры и механизмы действия. Характеристика растительных ядов: алкалоиды и гликозиды. Механизмы действия.
8. Характеристика ядов неорганической природы (примеры, механизмы действия). Характеристика органических соединений естественного происхождения. ПАУ и синтетических токсикантов: примеры и механизм действия
9. Влияние химических свойств токсиканта на токсичность.
10. Роль нековалентных взаимодействий в развитии токсического процесса. Роль координационных, ион-дипольных и ион-ионных связей в развитии токсического процесса. Роль сил Ван-дер-Ваальса и гидрофобных взаимодействий в развитии токсического процесса. Роль водородных связей в развитии токсического процесса.
11. Влияние размеров и геометрии молекулы на токсичность. Влияние структурной изомерии на токсичность. Основные закономерности.
12. Влияние растворимости в воде на токсичность. Влияние растворимости в липидах на токсичность. Влияние кислотно-основной природы токсиканта на токсичность
13. Роль ковалентной связи в развитии токсического процесса. Роль ионной связи в развитии токсического процесса.
14. Механизмы токсического действия. Определение понятия "рецептор" в токсикологии. Типы рецепторов. Взаимодействие токсикантов с рецепторами разных типов.
15. Изучение локализации рецепторов в биообъекте. Понятие полирецепторного профиля связывания токсиканта.

16. Механизмы токсического действия. Действие токсиканта на элементы межклеточного пространства. Механизмы токсического действия. Взаимодействие токсикантов с липидами.
17. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления. Механизмы действия ингибиторов синтеза нуклеиновых кислот и белков. Биологические последствия действия токсикантов на нуклеиновый обмен и синтез белка.
18. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: прямое межклеточное взаимодействие. Механизмы токсического действия. Действие токсикантов на структурные элементы клеток.
19. Механизмы токсического действия. Механизмы изменения каталитической активности ферментов в условиях действия токсикантов.
20. Механизмы токсического действия. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами.
21. Нарушение процессов биоэнергетики в клетке. Механизмы действия токсикантов на биоэнергетические процессы.
22. Активация свободно-радикальных процессов в клетке. Реализация повреждающего действия ксенобиотиков на клетку путем активации свободно-радикальных процессов. Токсические эффекты свободных радикалов. Механизмы непосредственного действия токсикантов на биологические мембраны.
23. Активация ферментов. Окислительно-восстановительный цикл трансформации ксенобиотиков.
24. Особенности Ca^{2+} -регуляции внутриклеточных процессов. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция. Ca^{2+} -зависимые механизмы повреждения цитоскелета клеток.
25. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: механизмы гуморальной регуляции, механизмы нервной регуляции, механизмы регуляции клеточной активности.
26. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности: особенности повреждения механизмов регуляции клеточной активности.
27. Изменение числа рецепторов, вызываемое действием ксенобиотиков. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности. Десенсибилизация рецепторов.
28. Концепция I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Следствия химической модификации молекулы ксенобиотика. Локализация процессов биотрансформации.
29. Первая фаза метаболизма ксенобиотиков: локализация, ферменты, типы ферментатических превращений. Цитохром P-450-зависимая монооксигеназная система. Реакции, катализируемые цитохромом P-450.
30. Флавиносодержащие монооксигеназы (ФМО). Реакции, катализируемые ФМО. Пероксидазы, дегидрогеназы, флавопротеинредуктазы, эпоксигидролазы.
31. Вторая фаза метаболизма. Характеристика основных реакций конъюгации ксенобиотиков. Ацетилирование. Конъюгация с глюкуроновой кислотой. Взаимодействие ксенобиотика с глутатионом
32. Активные метаболиты и их роль в инициации токсического процесса. Модели механизмов, связывающих метаболизм ксенобиотиков и процессы формирования повреждения органов и систем.
33. Факторы, влияющие на токсичность. Генетически обусловленные особенности реакций организма на действие токсикантов. Генетические особенности личности. Факторы, влияющие на токсичность. Различия, связанные с полом и возрастом.
34. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов: основные формы и их характеристика.

35. Толерантность. Виды толерантности. Основные механизмы толерантности. Тахифилаксия. Определение, характеристика явления, возможные механизмы формирования.
36. Хроническая форма толерантности: причины и возможные последствия. Биохимические особенности организма в случае хронической формы толерантности.
37. Виды толерантности, механизмы формирования. Биологическое значение толерантности. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов: толерантность, химическая зависимость. Сходства и различия.
38. Специальные формы токсического процесса. Виды, примеры.
39. Иммунотоксичность. Особенности функционирования иммунной системы и типы иммунотоксических процессов.
40. Особенности иммунной системы.
41. Химический мутагенез: мутагены и виды мутаций.
42. Избирательная токсичность: понятие, основные типы процессов.
43. Лакриматоры и стерниты: механизмы действия, примеры.
44. Дерматотоксичность: химические дерматиты, фотосенсибилизация. Примеры токсикантов.
45. Пульмонотоксичность. Формы патологии дыхательной системы химической этиологии. Примеры пульмонотоксикантов.
46. Нефротоксичность. Механизмы нефротоксического действия ксенобиотиков. Примеры нефротоксикантов.
47. Тератогенез: определение и закономерности.
48. Механизмы действия тератогенов.
49. Тератогенез. Примеры тератогенов.
50. Основы экотоксикологии. Основные определения. Ксенобиотический профиль среды.
51. Экотоксикокинетика и экотоксикодинамика. Основные определения и назначения дисциплин.
52. Процессы формирования ксенобиотического профиля среды.
53. Источники поступления токсикантов в среду. Хозяйственная деятельность человека. Явления, наблюдаемые при длительном поступлении ксенобиотиков в среду.
54. Персистирование ксенобиотиков. Биотрансформация ксенобиотиков. Характеристика основных экополлютантов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Токсикологическая химия» проводится во 2-м семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4-х вопросов, относящихся ко всем разделам дисциплины.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</p> <p>_____ М.С. Ощепков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</p>
	<p>04.04.01 Химия</p> <p>Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств», экзамен</p>
<p>Токсикологическая химия</p>	
<p>Билет № 1</p> <p>1. Основные понятия токсикологии. Предмет курса. Токсичность, токсический процесс. Структура токсикологии.</p> <p>2. Концепция I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Следствия химической модификации молекулы ксенобиотика.</p> <p>3. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов: основные формы и их характеристика.</p> <p>4. Источники поступления токсикантов в среду. Хозяйственная деятельность человека. Явления, наблюдаемые при длительном поступлении ксенобиотиков в среду.</p> <p>5.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Коваленко Л. В. Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 123 с.
2. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н. Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 156 с.
3. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 229 с.
4. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология. М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002. – 237 с. (Базовый учебник).
5. Соловьева И.Н., Ткаченко С.В., Коваленко Л.В., Дегтярёв В.П. Основы нейрoхимии в норме и при патологии: учебное пособие. – М. Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2019. – 156 с.

Б. Дополнительная литература

1. Куценко С.А. Основы токсикологии. М.: Фолиант, 2004. – 395 с.
2. Альберт А. Избирательная токсичность: Физико-химические основы терапии: В 2-х т. (пер. с англ.) Москва: Медицина. – 1989.
3. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: учебное пособие под ред. Н.И. Калетиной. – М: ГЭОТАР- Медиа, 2008. – 1016 с.
4. Вергейчик Т.Х. Токсикологическая химия - М.: МЕДпресс-информ, 2009 - 400 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научные журналы:

- Журнал «Toxicology Research», ISSN 2214-7500
- Журнал «Toxicology and Applied Pharmacology», ISSN 0041-008X
- Журнал «Toxicological Sciences», ISSN 1096-6080
- Журнал «The Journal of Toxicological Sciences», ISSN 0388-1350.
- Журнал «Fundamental and Applied Toxicology», ISSN 0272-0590
- Журнал «Toxicological Sciences», ISSN 1096-6080

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 год 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.

4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Основные положения токсикологии: биосистемы – мишени действия токсикантов	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Современные научные достижения и перспективные направления работ в области химической токсикологии; – Современные физико-химические, химические, фотохимические, кинетические и термодинамические представления о токсических свойствах биологически активных веществ; – Основные типы и предпосылки развития токсических процессов, а также основы их патохимической и патофизиологической стадии; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Проводить анализ научной литературы в области современных 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>исследований в области токсикологической химии;</p> <p>– Формулировать требования к работе с различными группами токсикантов;</p> <p>– Формулировать возможные механизмы поражения новыми синтетическими биологически активными веществами;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– Методами работы с научной, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным основам токсикологической химии и токсикологических исследований;</p> <p>– Методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области токсикологической химии, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в данной области;</p> <p>– Способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической токсикологии с учетом правил соблюдения авторских прав.</p>	
<p>Раздел №2. Свойства токсиканта, определяющие его токсичность, токсикокинетика и токсикодинамика</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>– Современные физико-химические, химические, фотохимические, кинетические и термодинамические представления о токсических свойствах биологически активных веществ;</p> <p>– Основные типы и предпосылки развития токсических процессов, а также основы их патохимической и патофизиологической стадии;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– Проводить анализ научной литературы в области современных исследований в области токсикологической химии;</p> <p>– Формулировать требования к работе с различными группами токсикантов;</p> <p>– Формулировать возможные механизмы поражения новыми синтетическими биологически активными веществами;</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами работы с научной, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным основам токсикологической химии и токсикологических исследований; – Методологическими подходами, особенностями выявления взаимосвязей структуры и токсических свойств БАВ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых веществ с потенциальным биологически активным действием; – Методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области токсикологической химии, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в данной области; – Способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической токсикологии с учетом правил соблюдения авторских прав. 	
<p>Раздел №3. Избирательная токсичность и специальные виды токсического действия</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Современные научные достижения и перспективные направления работ в области химической токсикологии; – Современные физико-химические, химические, фотохимические, кинетические и термодинамические представления о токсических свойствах биологически активных веществ; – Основные типы и предпосылки развития токсических процессов, а также основы их патохимической и патофизиологической стадии; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Проводить анализ научной литературы в области современных исследований в области токсикологической химии; – Формулировать требования к работе с различными группами токсикантов; – Формулировать возможные механизмы поражения новыми 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>синтетическими биологически активными веществами;</p> <p>– Применять теоретические знания по химической токсикологии для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– Методами работы с научной, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным основам токсикологической химии и токсикологических исследований;</p> <p>– Методологическими подходами, особенностями выявления взаимосвязей структуры и токсических свойств БАВ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых веществ с потенциальным биологически активным действием;</p> <p>– Методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области токсикологической химии, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в данной области;</p> <p>– Способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической токсикологии с учетом правил соблюдения авторских прав.</p>	
Раздел №4. Основы экотоксикологии	<p><i>Знает:</i></p> <p>– Современные научные достижения и перспективные направления работ в области химической токсикологии;</p> <p>– Современные физико-химические, химические, фотохимические, кинетические и термодинамические представления о токсических свойствах биологически активных веществ;</p> <p>– Основные пути формирования ксенобиотического профиля среды, источники поступления в среду ксенобиотиков и механизмы их возможного накопления и деградации.</p> <p><i>Умеет:</i></p>	<p>Оценка за контрольную работу №4</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – Проводить анализ научной литературы в области современных исследований в области токсикологической химии; – Формулировать требования к работе с различными группами токсикантов; – Формулировать возможные механизмы поражения новыми синтетическими биологически активными веществами; – Применять теоретические знания по химической токсикологии для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами работы с научной, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным основам токсикологической химии и токсикологических исследований; – Методологическими подходами, особенностями выявления взаимосвязей структуры и токсических свойств БАВ, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых веществ с потенциальным биологически активным действием; – Методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области токсикологической химии, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в данной области; – Способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической токсикологии с учетом правил соблюдения авторских прав. 	
--	--	--

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
«Токсикологическая химия»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия,
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия и биологическая активность элементоорганических соединений»

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: д.х.н., проф. Коваленко Л.В., д.х.н., профессор Офицеров Е.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической и общей химии, органической химии и биохимии.

Цель дисциплины – повышение научно-технической и методологической компетенций магистранта, необходимых для решения профессиональных задач, связанных с проведением научно-исследовательской работы в области элементоорганических соединений.

Задачи дисциплины:

– формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области органических соединений, в составе которых атомы углерода непосредственно связаны с атомами металлов и элементов с вакантными d- и f-орбиталями;

– формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области биологической активности элементоорганических соединений.

Дисциплина «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» преподается в 3-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины 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 применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.); УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) - Анализ опыта
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов; ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений; ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные классы элементоорганических соединений,
- принципы и методы синтеза элементоорганических соединений,
- области применения элементоорганических биологически активных веществ;

Уметь:

- предложить несколько способ синтеза и выбрать наиболее рациональный способ получения элементоорганических соединений;
- по химической структуре элементоорганического соединения, предсказать его свойства в реакциях с соединениями различного химического строения;

Владеть:

- методами синтеза элементоорганических соединений;
- принципами разработки элементоорганических биологически активных веществ.

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:	1,42	51	38,25
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия	0,48	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,48</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	1,58	57	42,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,58	57	42,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Металлорганические соединения	51	7	12	7	7	32
1.1	Органические производные металлов первой группы	8	-	2	-	-	6
1.2	Органические производные металлов второй группы	10	2	2	2	2	6
1.3	Органические производные металлов третьей группы	10	2	2	2	2	6
	Органические производные металлов четвертой группы	12	2	3	2	2	7
	Органические производные металлов пятой группы	11	1	3	1	1	7
2.	Фосфорорганические соединения	32	6	12	6	6	14
2.1	Общая характеристика и области применения.	17	4	6	4	4	7
2.2	Биологическая активность фосфорорганических соединений	15	2	6	2	2	7
3.	Органические производные серы и селена	25	4	10	4	4	11
3.1	Органические производные серы	12,5	2	5	2	2	5,5
3.2	Селеноорганические соединения	12,5	2	5	2	2	5,5
	ИТОГО	108	17	34	17	17	57
	Экзамен	36					
	ИТОГО	144					

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение

Значение дисциплины «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» для подготовки специалистов в области синтеза биологически активных веществ. Общие представления о химических свойствах элементоорганических соединений в соответствии с положением атома элемента в Периодической таблице Д.И. Менделеева и о способах их получения.

Раздел 1. Металлоорганические соединения

1.1. Органические производные металлов первой группы. Способы получения и химические свойства литий-, натрий и калийорганических соединений. Реакция Вюрца-Фиттига.

1.2. Органические производные металлов второй группы. Магнийорганические соединения. Реакции Барбье и Гриньяра.

1.3. Реакционная способность органических галогенидов, растворители и условия проведения реакций. Использование магний- и литийорганических соединений в органическом синтезе. Цинкорганические соединения. Реакция Реформатского и другие превращения с участием цинкорганических соединений. Ртутьорганические соединения. Способы получения и токсикологические характеристики, этилмеркурхлорид (гранозан). Ртутные загрязнения окружающей среды.

1.4. Органические производные металлов третьей группы. Борорганические соединения. Способы получения боранов, бороновых и бороновых кислот. Бороновые кислоты и их эфиры в органическом синтезе, реакции Сузуки. Фармакологическая активность производных бороновых кислот, нейтронозахватная терапия злокачественных опухолей. Алюминийорганические соединения. Способы получения и свойства. Использование алюминийорганических соединений в органическом синтезе, катализ полимеризации олефинов.

1.5. Органические производные металлов четвертой группы. Кремнийорганические соединения. Кремний в живой природе. Специфика связи атома углерода с атомом кремния. Получение кремнийорганических соединений, особенности технического оформления синтеза кремнийорганических соединений из элементного кремния и органических галогенидов. Реактивы Гриньяра в химии кремнийорганических соединений. Химические свойства кремнийорганических соединений, полисилоксаны. Использование кремнийорганических соединений в качестве биологически активных веществ, силатраны. Метаболизм кремнийорганических соединений. Оловоорганические соединения. Способы получения и свойства органических производных олова, использование в промышленности и в качестве пестицидов. Органические производные свинца. Способы получения и свойства свинецорганических соединений.

1.6. Органические производные металлов пятой группы. Мышьякорганические соединения. Способы получения, реакции Барта, Мейера и Бешама. Токсичность органических производных мышьяка, хлорвинилхлорарсины, фенарсазинхлорид.

Механизм токсического действия мышьякорганических соединений, antidotes. Сальварсан и неосальварсан.

Раздел 2. Фосфорорганические соединения

2.1. Общая характеристика и области применения. Органические производные фосфорной кислоты в живой природе. Номенклатура и классификация фосфорорганических соединений (ФОС). Способы получения органических производных кислот три- и тетраординированного фосфора, реакции Михаэлиса-Арбузова, Михаэлиса-Беккера и другие способы образования РС-связей, реакция Перкова и фосфонат-фосфатные перегруппировки. Органические производные тиокислот фосфора. Фосфины и фосфониевые соли. Использование ФОС в органическом синтезе: реакции Виттига и Хорнера-Вадсворта-Эммонса.

2.2. Биологическая активность ФОС. Антихолинэстеразные, нейротоксические и антиметаболитные свойства органических производных кислот фосфора. Фосфорорганические отравляющие вещества и инсектоакарициды. Фитоактивные ФОС — глифосат, фосфинотрицин (БАСТА), хлорэтилфосфоновая кислота и карбамоилфосфонаты. Лекарственные средства на основе ФОС: циклофосфан, фосфиномицин, бисфосфонаты и др.

Раздел 3. Органические производные серы и селена 3.1. Описание подраздела

3.1. Органические производные серы. Номенклатура и классификация сераорганических соединений. Способы получения и свойства сульфгидрильных соединений, тиоэфиров и сульфоксидов. Сульфиновые, сульфеновые и сульфоновые кислоты. Применение сераорганических соединений в органическом синтезе, реакции Кори-Чайковски и другие превращения сульфониевых соединений. Соединения серы в живой природе. Серасодержащие аминокислоты, коферменты и простетические группы. Глутатион. Метаболизм природных сераорганических соединений. Токсичные сераорганические соединения.

3.2. Селенорганические соединения. Токсикологические характеристики неорганических и органических производных селена, способы получения и свойства селенорганических соединений. Антиоксидантные свойства селенорганических соединений (эбселен).

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 классы элементоорганических соединений;		+	+	+	+
2	– Принципы и методы синтеза элементоорганических соединений;		+	+	+	+
3	– Области применения элементоорганических биологически активных веществ.		+	+	+	+
	Уметь:					
4	– Предложить несколько способ синтеза и выбрать наиболее рациональный способ получения элементоорганических соединений;		+	+	+	+
5	– По химической структуре элементоорганического соединения, предсказать его свойства в реакциях с соединениями различного химического строения.		+	+	+	+
	Владеть:					
6	– Методами синтеза элементоорганических соединений;		+	+	+	+
7	– Принципами разработки элементоорганических биологически активных веществ		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.);	+	+	+	+
		УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.	+	+	+	+
8	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;	+	+	+	+
		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	+	+	+	+

9	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;	+	+	+	+
10		ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений;	+	+	+	+
11		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	+	+	+	+

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	Реакции Барбье и Гриньяра, реактивы Гриньяра в органическом синтезе	2
2		Использование в органическом синтезе цирк- и борорганических соединений	2
3		Химия кремнийорганических соединений	2
4		Химия и биологическая активность органических производных мышьяка	1
6	2	Способы получения эфиров кислот три- и тетракоординированного фосфора	1
7		Зависимость активности от строения в ряду ФОС с антихолинэстеразной активностью	1
8		Способы получения ФОС с РС-связями	1
9		Получение ФОС с инсектицидной активностью	1
10		Фитоактивные ФОС	1
11		Использование ФОС в органическом синтезе	1
12	3	Способы получения и химические свойства сераорганических соединений. Соединения серы в природе	1
14		Использование сераорганических соединений в органическом синтезе	1
15		Химия и биологическая активность селенорганических соединений	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 реферата;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 50 баллов), реферата (максимальная оценка 10 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Фитоактивные фосфорорганические соединения.
2. Химия и биологическая активность органических производных мышьяка.
3. Соединения серы в природе и их биологическая значимость.
4. Биологически активные селеноорганические соединения.
5. Использование кремнийорганических соединений в качестве биологически активных веществ.

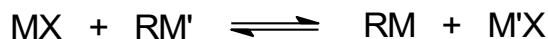
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов – за контрольную работу №1 и по 15 баллов за контрольные работы №2 и №3.

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

Вопрос 1.1.

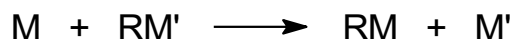
1. Приведите конкретные примеры и условия проведения реакции, соответствующей общей схеме



2. Реакция магнийорганических соединений с карбонильными соединениями, со сложными эфирами, с ортоэфирами.
3. Способы получения литийорганических соединений. Условия проведения реакций, побочные реакции.
4. Способы получения и свойства ртутьорганических соединений.

Вопрос 1.2.

1. Способы получения цинкорганических соединений.
2. Синтез реактивов Гриньяра, исходные соединения, растворители.
3. Приведите конкретные примеры и условия проведения реакции, соответствующей общей схеме



4. Использование цинкорганических соединений в органическом синтезе, реакция Реформатского, цинкорганические соединения в синтезе кетонов

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Три возможных направления использования кремнийорганических соединений в химии биологически активных соединений, привести примеры.
2. Получение соединений с РС-связями на основе гидрофосфорильных соединений.
3. Способы получения кремнийорганических соединений.
4. Реакции Виттига и Хорнера-Вадсворта-Эммонса.

Вопрос 2.2.

1. Способы получения эфиров кислот трикоординированного фосфора.
2. Реакция Абрамова и фосфонат-фосфатная перегруппировка.
3. Способы получения и свойства арилбороновых кислот.
4. Реакция Михаэлиса-Арбузова, реакционная способность исходных соединений и побочные продукты.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Антихолинэстеразная активность фосфорорганических соединений. Обратимое и необратимое ингибирование холинэстеразы. Реактивация холинэстеразы производными гидроксилamina.
2. Механизм токсического действия мышьякорганических соединений. Антидоты при отравлениях производными тяжелых металлов.
3. Гербицидная активность фосфометилглицина (гдифосата). Способы его получения. Экологические последствия широкого использования глифосата.
4. Получение мышьякорганических соединений по реакциям Барта и Мейера.

Вопрос 3.2.

1. Зависимость токсичности от строения для фосфорорганических соединений, эмпирическая формула Шрадера. Примеры соединений с инсектицидной активностью, механизм выработки резистентности.
2. Взаимодействие трихлорида мышьяка с ароматическими соединениями и с ацетиленом, токсичность α -, β - и γ -льюзита. Фенарсазинхлорид (адамсит).
3. Фосфорорганические соединения с противовирусной активностью. Получение фосфонукусной кислоты и тринатриевой соли фосфонкарбоновой кислоты. Механизм противовирусной активности.
4. Получение хлорофоса и дихлофоса (ДДВФ). Метаболическое превращение с образованием токсичных соединений на примере хлорофоса («летальный синтез»).

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Реакция Кабачника-Филдса и реакция Пудовика.
2. Основные способы получения металлорганических соединений.
3. Химические свойства и способы получения литийорганических соединений.

4. Получение алкиларсоновых кислот по реакции Меера, получение ариларсоновых кислот по реакции Барта.
5. Реакции литий- и магнийорганических соединений с альдегидами, кетонами и сложными эфирами.
6. Номенклатура фосфорорганических соединений.
7. Роль растворителей при получении литий- и магнийорганических соединений.
8. Получение диметилового эфира 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтилфосфоновой кислоты, фосфонат-фосфатная перегруппировка в присутствии оснований.
9. Способы получения и практическое использование органических производных свинца.
10. Способы получения карбонильных соединений из реактивов Гриньяра, ортоэфиров и нитрилов карбоновых кислот.
11. Реакции ацидолиза при получении диалкилфосфитов. Окисление и галогенирование диалкилфосфитов.
12. Получение силильных аналогов биологически активных веществ. Их метаболизм.
13. Способы получения и свойства алюминийорганических соединений.
14. Жидкость Кадэ. Хлорвинилхлорарсины, получение, токсикологические характеристики.
15. Получение арилбороновых кислот и использование их в реакции Сузуки.
16. Взаимодействие α -галогензамещенных кетонов с триалкилфосфитами (реакция Перкова).
17. Способы получения арильных хлорарсинов, их биологическая активность.
18. Способы получения кремнийорганических соединений, силиконовые полимеры.
19. Реакции Барта и Несмеянова.
20. Способы получения диэфиров фосфористой кислоты, реакция Абрамова.
21. Реакция Вюрца-Фиттига, роль натрийорганических соединений в реакциях арилхлоридов с металлическим натрием при получении элементоорганических соединений.
22. Присоединение диалкилфосфитов к кратным связям, реакция Абрамова. Образование карбамоилфосфатов и реакция Пудовика.
23. Способы получения цинкорганических соединений и их использование в реакции Реформатского и для получения карбонильных соединений.
24. Ртутьорганические соединения. Способы получения, химические свойства и токсичность. Гранозан (этилмеркурхлорид).
25. Превращения функционализированных по β -положению кремнийорганических соединений.
26. Ингибирование холинэстеразы соединениями с ацилирующей способностью, особенности ингибирования производными кислот фосфора, формула Шрадера.
27. Способ получения и биологическая активность силатранов.
28. Получение полных ариловых и алкиловых эфиров фосфористой кислоты.
29. Способы получения и практическое использование оловоорганических соединений.

30. Механизм реакции Михаэлиса-Арбузова, побочные реакции.
31. Способы получения мышьякорганических соединений, Реакция Бешама, сальварсан.
32. Механизм реакции Михаэлиса-Беккера, получение натриевой соли диалкилфосфористой кислоты, побочные реакции.
33. Синтез соединений с РС-связями на основе диэфиров фосфористой кислоты: реакции Михаэлиса-Беккера, Кабачника-Филдса.
34. Бактерицидная активность фосфомицина, его получение.
35. Антихолинэстеразная активность фосфорорганических соединений. Обратимое и необратимое ингибирование холинэстеразы. Реактивация холинэстеразы производными гидроксилamina.
36. Механизм токсического действия мышьякорганических соединений. Антидоты при отравлениях производными тяжелых металлов.
37. Гербицидная активность фосфометилглицина (глифосата). Способы его получения. Экологические последствия широкого использования глифосата.
38. Получение мышьякорганических соединений по реакциям Барта и Мейера.
39. Зависимость токсичности от строения для фосфорорганических соединений, эмпирическая формула Шрадера. Примеры соединений с инсектицидной активностью, механизм выработки резистентности.
40. Взаимодействие трихлорида мышьяка с ароматическими соединениями и с ацетиленом, токсичность α -, β - и γ -льюизита. Фенарсазинхлорид (адамсит).
41. Фосфорорганические соединения с противовирусной активностью. Получение фосфонуксусной кислоты и тринатриевой соли фосфонкарбоновой кислоты. Механизм противовирусной активности.
42. Получение хлорофоса и дихлофоса (ДДВФ). Метаболическое превращение с образованием токсичных соединений на примере хлорофоса («летальный синтез»).
43. Три возможных направления использования кремнийорганических соединений в химии биологически активных соединений, привести примеры.
44. Получение соединений с РС-связями на основе гидрофосфорильных соединений.
45. Способы получения кремнийорганических соединений.
46. Реакция Виттига. Получение алкилиденфосфоранов, использование их для синтеза ненасыщенных соединений.
47. Реакция Хорнера-Вадсворта-Эммонса, получение исходных фосфонацетатов, синтез метопрена.
48. Способы получения эфиров кислот трикоординированного фосфора.
49. Реакция Абрамова и фосфонат-фосфатная перегруппировка.
50. Способы получения и свойства арилбороновых кислот.
51. Реакция Михаэлиса-Арбузова, реакционная способность исходных соединений и побочные продукты.
52. Способы получения и свойства сульфокислот алифатического и ароматического ряда.

53. Получение илидных соединений из диалкилсульфидов и сульфоксидов. Синтез на их основе эпоксидов и циклопропанов.

54. Соединения серы в живой природе, глутатион в качестве нейтрализатора пероксидных соединений и алкилаторов.

55. Синтез и свойства тиольных соединений алифатического ряда.

56. Синтез тиольных соединений ароматического ряда.

57. Селенорганические соединения в живой природе. Глутатионпероксидаза, механизм детоксикации пероксидов.

58. Биологическая активность синтетических селеноорганических соединений. Получение и антиоксидантная активность эбселена.

59. Взаимодействие метилхлорида с металлическим кремнием, продукты реакции и использование их для получения кремнийорганических полимеров.

60. Истинная и ложная холинэстеразы, их роль в организме. Механизм судорожно-паралитического действия ингибиторов холинэстераз. Нейротоксические фосфорорганические соединения.

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 «Химия и биологическая активность элементарорганических соединений» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<i>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</i> _____ М.С. Ощепков «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	Направление 04.04.01 Химия Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
	«Химия и биологическая активность элементарорганических соединений»
Билет № 1	
1. Химические свойства и способы получения литийорганических соединений	
2. Способы получения и свойства сульфокислот алифатического и ароматического ряда.	
3. Механизм реакции Михаэлиса-Арбузова, побочные реакции	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н. Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений, учебное пособие. Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 156 с.
2. Коваленко Л.В., Кочетков К.А. Металлорганические соединения, учебное пособие. Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. - 120 с.
3. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов, в 3 т. / В. Ф. Травень. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004. – 517 с. (Базовый учебник).

Б. Дополнительная литература

1. Бухаров С.В., Илалдинов И.З., Климентова Г.Ю., Нугуманова Г.Н. Технология тонкого органического синтеза. Ч. III. Элементоорганические соединения / С. В. Бухаров, И. З. Илалдинов, Г. Ю. Климентова, Г. Н. Нугуманова. — Казань: КНИТУ, 2006. — 72 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/13344?category_pk=3863 (дата обращения: 01.09.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- Ресурсы American Chemical Society: <http://www.acs.org/content/acs/en.html/>
- Ресурсы Royal Society of Chemistry: <http://pubs.rsc.org/>
- Ресурсы Издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com

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 «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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
<p>Раздел 1. Металлорганические соединения</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Основные классы элементоорганических соединений; – Принципы и методы синтеза элементоорганических соединений; – Области применения элементоорганических биологически активных веществ. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Предложить несколько способ синтеза и выбрать наиболее рациональный способ получения элементоорганических соединений; – По химической структуре элементоорганического соединения, предсказать его свойства в реакциях с соединениями различного химического строения. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами синтеза элементоорганических соединений; – Принципами разработки элементоорганических биологически активных веществ. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 2. Фосфорорганические соединения</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Основные классы элементоорганических соединений; – Принципы и методы синтеза элементоорганических соединений; – Области применения элементоорганических биологически активных веществ. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Предложить несколько способ синтеза и выбрать наиболее рациональный способ получения элементоорганических соединений; – По химической структуре элементоорганического соединения, предсказать его свойства в реакциях с соединениями различного химического строения. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами синтеза элементоорганических соединений; – Принципами разработки 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	элементоорганических биологически активных веществ.	
Раздел 3. Органические производные серы и селена	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Основные классы элементоорганических соединений; – Принципы и методы синтеза элементоорганических соединений; – Области применения элементоорганических биологически активных веществ. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Предложить несколько способ синтеза и выбрать наиболее рациональный способ получения элементоорганических соединений; – По химической структуре элементоорганического соединения, предсказать его свойства в реакциях с соединениями различного химического строения. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами синтеза элементоорганических соединений; – Принципами разработки элементоорганических биологически активных веществ. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>

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
«Химия и биологическая активность элементоорганических соединений»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия,
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Введение в фармацевтическую нанотехнологию»**

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: к.х.н., доцент Ермоленко Ю.В., к.фарм.н., ассистент Ковшова Т.С.,
к.х.н., ассистент Ульянова Ю.В., д.х.н., профессор Гельперина С.Э.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Химии и технологии биомедицинских препаратов 13 мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств» (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Введение в фармацевтическую нанотехнологию» относится к вариативной части базовых дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области в области базовых дисциплин: коллоидной, физической, органической, аналитической, неорганической химии и физики.

Цель дисциплины – состоит в приобретении студентами знаний и умений в области нанотехнологий, применяющихся в фармацевтике, а также в области современных методов их исследования.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов фундаментальной системы знаний в области нанофармацевтики;
- повышение и расширение профессиональных компетенций в области фармацевтической технологии.

Теоретические знания, полученные студентами, прослушавшими эту дисциплину, могут быть полезны при проведении исследовательских и проектных работ, связанных с разработкой наноразмерных лекарственных форм, нанотехнологией, фармацевтической технологией, биохимией, химией биополимеров и синтетических высокомолекулярных соединений. Полученные знания также могут быть использованы для углубления знаний в биоорганической химии, химия природных соединений, неорганической химии, медицинской химии, коллоидной химии и др.

Дисциплина «Введение в фармацевтическую нанотехнологию» преподается во втором 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
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том	УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.); УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в

	<p>числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке.</p>
--	--	---

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – б) - Анализ опыта
			ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов	ПК-4.3 Знает основные типы, свойства, методы получения и особенности применения наноразмерных носителей для адресной доставки физиологически активных веществ	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и

прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.5 Умеет предложить оптимальные виды наноразмерных носителей для физиологически активных веществ с заданными свойствами	социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – б) - Анализ опыта
			ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области фармацевтических нанотехнологий;
- основы современных технологических процессов получения наноразмерных лекарственных форм;
- принципы действия современных методов анализа, использующихся для исследования наноразмерных лекарственных форм, в том числе, микроскопических методов анализа;
- современные направления применения наноразмерных лекарственных форм.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы в области разработок наноразмерных лекарственных форм: технологий их производства и исследования;
- формулировать требования к наночастицам и определять эффективные пути создания новых наноразмерных лекарственных форм с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения в медицине и фармацевтике;
- выбирать необходимые экспериментальные технологические методы и методы исследования состава, структуры нанообъектов;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам наноразмерных лекарственных форм для решения исследовательских и прикладных задач в фармацевтике.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области нанотехнологий;
- методологическими подходами и возможностью установления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии наноразмерных лекарственных форм, обеспечивающих обоснованное принятие решений при их разработке;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области фармацевтических нанотехнологий;
- способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области фармацевтических нанотехнологий.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,5
Лекции	0,475	17	12,75
Практические занятия	0,475	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,475</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	2,05	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,05	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Применение наночастиц в фармацевтике	34	4	5		4	4	-		25
1.1	Введение. Основные виды наноразмерных лекарственных форм. Понятие нанофармацевтики. Нанотоксикология	8	2	1	-	2	2	-		7
1.2	Перспективные направления применения наночастиц в фармацевтике и медицине	12	2	2		2	2	-		8
1.3	Химическая модификация лекарственных веществ: пролекарства, конъюгаты с полимерами и другими лекарственными веществами. Применение в нанотехнологии	14	-	2		-	-	-		10
2	Раздел 2. Технология получения наночастиц фармацевтического назначения	38	7	6		7	7	-		25
2.1	Технология получения полимерных наночастиц	14	4	2		4	4	-		8
2.2	Технология получения полимерных мицелл и липосом	14	3	2		3	3	-		9
2.3	Системы доставки биологически активных веществ в косметике	10	-	2		-	-	-		8

3	Раздел 3. Методы анализа, используемые в ходе разработки наноразмерных лекарственных форм	36	6	6		6	6	-		24
3.1	Флуоресцентные методы анализа в нанотехнологии	10	2	2	-	2	2	-		6
3.2	Современные методы микроскопии: лазерная сканирующая конфокальная микрокопия, интравитальная микрокопия, микроскопия сверхвысокого разрешения	14	2	2	-	2	2	-		10
3.3	Наноразмерные формы, использующиеся для диагностики. Магнитные наночастицы в медицине и тераностике	12.	2	2	-	2	2	-		8
	ИТОГО	108	17	17		17	17	-		74
	ИТОГО	108								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Применение наночастиц в фармацевтике

1.1. Наночастицы с точки зрения химии и фармацевтической нанотехнологии. Понятие наномедицины. Определение понятия наночастиц в соответствии с международными классификациями. Границы наномира с точки зрения физических свойств материалов и биологических свойств объектов. Наночастицы в фармацевтической технологии. Проблемы и задачи наномедицины. Предпосылки возникновения и история развития концепции направленной доставки лекарств. Концепция «волшебной пули» Пауля Эрлиха как парадигма таргетной терапии. Биологические и фармацевтические предпосылки зарождения концепции направленного транспорта лекарственных веществ с помощью наночастиц. От идеи до лекарственной формы: первые работы по использованию наноразмерных наноносителей в качестве систем доставки лекарств. Наноразмерные носители, используемые в наномедицине: основные типы, их свойства и применение. Классификация наноразмерных носителей, используемых в наномедицине по природе носителя. Основные требования к наноразмерным носителям для биомедицинского применения. Классификация носителей по способности к биodeградации. Описание свойств и применение основных типов биodeградируемых и небiodeградируемых наноразмерных носителей. Нанотоксикология: безопасность наноразмерных носителей. Воздействие наночастиц на организм человека при различных способах попадания. Основные факторы токсичности наночастиц. Классы наночастиц с доказанной цитотоксичностью. Биосовместимость и способность к биodeградации как основной критерий безопасности нанолекарств. Потенциал применения наноразмерных систем в медицине. Наноразмерные системы для лечения и диагностики / тераностики заболеваний. Возможные недостатки существующих лекарственных веществ / препаратов, которые можно исправить с помощью наноразмерных систем доставки. Изменение биораспределения ЛВ с помощью наночастиц в зависимости от размера и свойств поверхности. Механизмы интернализации наночастиц клетками эукариот: фагоцитоз, макропиноцитоз и эндоцитоз. Технология «stealth». Концепция пассивной доставки ЛВ с помощью наночастиц: эффект повышенной проницаемости и накопления. Гематоэнцефалический барьер как препятствие проникновению лекарственных веществ в мозг: возможность адресной доставки с помощью наночастиц. Терапия заболеваний ЦНС с помощью наноразмерных систем доставки. Основные области применения наночастиц в качестве систем доставки лекарств. Наночастицы для одновременной диагностики и терапии - тераностики.

1.2. Возможности применения наноразмерных носителей для улучшения биораспределения и фармакокинетики лекарственных веществ и снижения специфической токсичности. Примеры снижения специфической токсичности антибиотиков с помощью наночастиц. Термочувствительные липосомы как технология таргетной терапии солидных опухолей. Наноразмерные лекарственные формы антибиотиков для терапии внутриклеточных инфекций. Проблемы терапии внутриклеточных инфекций: ускользание персистирующих в иммунных клетках паразитов от стандартных форм антибиотиков, имеющих низкую внутриклеточную доступность. Механизмы доставки наносомальных форм антибиотиков (липосом, наночастиц) в иммунные клетки (макрофаги). Примеры увеличения эффективности и снижения токсичности антибиотиков при экспериментальной терапии внутриклеточных инфекций с помощью наноразмерных носителей (липосом, полимерных наночастиц) на различных биологических моделях *in vitro* и *in vivo*. Преодоление антибиотикорезистентности с помощью наночастиц. Механизмы резистентности бактерий к антибиотикам. Механизмы преодоления антибиотикорезистентности с помощью наноразмерных носителей. Неорганические наночастицы с собственной антибактериальной активностью. Наночастицы для

преодоления устойчивости бактериальных биопленок к антибиотикам. Бактериальные биопленки как проблема современной терапии и трансплантологии. Факторы толерантности биопленок и механизмы их преодоления с помощью наночастиц. Эффективность наночастиц в отношении биопленок на экспериментальных моделях. Повышение растворимости труднорастворимых веществ с помощью наночастиц. Технология солюбилизации труднорастворимых в воде лекарственных веществ с помощью альбумина - Nanoparticle Albumin-Bound технология, на примере лекарственного препарата Abraxane®: принцип метода. Преодоление гематоэнцефалического барьера с помощью наночастиц. Гематоэнцефалический барьер (как препятствие для проникновения терапевтических агентов в мозг для терапии опухолей ЦНС и нейродегенеративных заболеваний). Развитие направления доставки лекарственных веществ в мозг с помощью наночастиц: роль полисорбата 80 в механизме преодоления гематоэнцефалического барьера. Наночастицы для фотодинамической терапии. Фотодинамическая терапия как перспективная неинвазивная стратегия таргетной терапии солидных опухолей. Применение различных наноразмерных носителей в качестве систем пассивной и активной доставки фотосенсибилизаторов. Биомедицинское применение магнитных наночастиц. Магнитные наночастицы в качестве контрастного реагента для магнитно-резонансной томографии. Суперпарамагнитные наночастицы оксида железа для визуализации клеток, магнитной сепарации биомолекул, магнитофекции, производства биочипов и тераностики. Наночастицы для генной терапии *in vivo*. Современные подходы к созданию невирусных векторов для трансфекции *in vivo*.

1.3. Химическая модификация лекарственных веществ: пролекарства, конъюгаты с полимерами и другими лекарственными веществами. Применение в нанотехнологии. Понятие пролекарства. Классификация пролекарств. Ретрометаболический подход. Химические системы доставки на основе пролекарств. Конъюгаты лекарственных веществ с полимерами. Самособирающиеся системы доставки лекарственных веществ. Скваденирование лекарственных веществ. Полимеризация, инициированная лекарственными веществами. Применение клик-химии для получения систем доставки. Конъюгаты лекарственных веществ с флуоресцентными красителями. Возможность тераностического применения конъюгатов краситель-лекарственное вещество. Реакционноспособные лекарственные вещества. Конъюгаты лекарственных веществ с антителами. Зарегистрированные конъюгаты лекарственных веществ с антителами.

Раздел 2. Технология получения наночастиц фармацевтического назначения

2.1. Технология получения полимерных наночастиц. Технология получения наночастиц из синтетических полимеров. Эмульгирование с последующим выпариванием растворителя. Наноосаждение. Высаливание. Диализный метод. Распылительное высушивание. Использование сверхкритических технологий. Сверхкритические технологии. Метод быстрого расширения сверхкритического раствора. Метод анти-растворителя. Метод получения частиц из насыщенных газами растворов. Примеры использования сверхкритических флюидных технологий при разработке систем доставки. Технология получения наночастиц из природных полимеров. Метод гелеобразования в эмульсии. Метод коалесценции. Метод диффузии растворителя. Метод обратного мицеллообразования. Метод ионотропного гелеобразования. Метод радикальной полимеризации. Метод десольватации. Факторы и технологические параметры, влияющие на характеристики полимерных наночастиц (размер, полидисперсность, эффективность включения ЛВ). Факторы, влияющие на размер и полидисперсность наночастиц: методы их получения, природа ЛВ, соотношение органической и водной фаз, состав и концентрация полимера, тип и концентрация поверхностно-активных веществ, скорость гомогенизации (для эмульсионных методов), состав и концентрация распыляемого материала, скорость и температура сушильного

агента (для распылительной сушки), соотношение скоростей потоков и геометрии каналов (для микрофлюидных технологий), размер пор (для мембранных технологий). Взаимодействие полимер:ЛВ.

2.2. Технологические подходы для получения полимерных мицелл и липосом. Полимерные мицеллы: основные подходы к разработке наночастиц на их основе. Особенности строения полимерных мицелл. Метод прямого растворения. Метод диализа. Метод твердой дисперсии. Метод упаривания растворителя. Метод лиофильного высушивания. Метод микрофазного разделения. Липосомы: структурные особенности и технология получения. Особенности строения липосом. Метод гидратации липидной пленки. Методы с использованием оборудования высокого напряжения сдвига. Метод инъекции растворителя. Метод испарения с обращением фаз. Метод удаления детергента. Микрофлюидные технологии. Оптимизация подхода для промышленного получения наночастиц. Достоинства и недостатки изученных стратегий получения полимерных наночастиц, полимерных мицелл, липосом. Сравнение технологий получения наночастиц между собой и изучение возможности масштабирования процессов. Экономическое и экологическое обоснование.

2.3. Системы доставки биологически активных веществ в косметике. Определение косметического продукта и космецевтики. Требования к качеству косметических средств, содержащих наноматериалы. Основные пути проникновения веществ через кожу. Типы наночастиц, используемых в косметике. Преимущества использования наночастиц в косметике. Твердые липидные частицы, наноструктурированные липидные носители (NLC). Везикулярные системы: липосомы, наносомы, ниосомы, новасомы, этосомы, трансферосомы, и др. Наноэмульсии. Пути проникновения липидных систем доставки. Неорганические наночастицы (серебра, золота, оксида титана, оксида цинка, нанопигменты, силиконовые наночастицы). Полимерные наночастицы в космецевтике: нанокапсулы, гидрогели, наночастицы хитозана, жидкие кристаллы, полимерные наносферы, нанотопы, нанокристаллы, нановолокна, мицеллы. Углеродные наночастицы (фуллерены, наноалмазы). Циклодекстрины. Дендримеры. Токсичность нанокосметики.

Раздел 3. Методы анализа, используемые в ходе разработки наноразмерных лекарственных форм.

3.1. Флуоресцентные методы анализа в нанотехнологии. Флуоресцентная микроскопия. Введение: флуоресцентные наночастицы и биосенсоры в биологии, медицине и фармакологии. Определение понятия флуоресцентной микроскопии. Область применения, значение для биологии и медицины. Физические основы флуоресценции. Знакомство с основными понятиями и терминами, применяемыми в оптической микроскопии. Флуоресценция, квантовый выход, яркость, молярный коэффициент экстинкции, время жизни флуоресценции. Обзор методов оптической микроскопии. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия, принцип метода.

3.2. Обзор наиболее часто используемых хромофоров в флуоресцентных методах анализа. Знакомство с основными классами флуоресцентных органических молекул, применяемых в биологии (флуоресцеин, родамин, цианины, красители семейства Alexa Fluor, BODIPY); преимущества и недостатки каждой группы. Технология генетической трансформации клеток, введение генов флуоресцирующих белков. Применение флуоресцирующих белков для изучения функционирования живых систем, взаимодействия нанопрепаратов с клетками и тканями. Методы окрашивания клеточных органелл, прижизненная визуализация клеток. Физико-химические и оптические свойства квантовых точек. Преимущества и недостатки в сравнении с другими хромофорами. Классификация и характеристика флуоресцентных

наночастиц. Флуоресцентные наночастицы: визуализация и доставка лекарственных веществ, флуоресцентные биосенсоры. Применение флуоресцентных наночастиц для тераностики. Сочетание методов оптической визуализации, МРТ и КТ с помощью наночастиц (мультимодальная визуализация). Способы модификации поверхности флуоресцентных наночастиц для направленной доставки в очаг патологии.

3.3. Наноразмерные формы, использующиеся для диагностики. Основные типы наночастиц в биомедицине Магнитные наночастицы в медицине и тераностике. Область применения магнитных наночастиц. Способы получения магнитных наночастиц. Магнитные наночастицы в тераностике. Магнитно-резонансная томография (МРТ). EPR-эффект (пассивная доставка наночастиц). Адресная доставка лекарств с использованием магнитных наночастиц. Магнитные наночастицы в магнитомеханике. Магнитные наночастицы в тест-системах. Гипертермия.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– современные научные достижения и перспективные направления работ в области фармацевтических нанотехнологий	+		
2	– основы современных технологических процессов получения наноразмерных лекарственных форм		+	
3	– принципы действия современных методов анализа, используемых для исследования наноразмерных лекарственных форм, в том числе, микроскопических методов анализа			+
4	– современные направления применения наноразмерных лекарственных форм	+	+	+
	Уметь:			
5	– проводить анализ научно-технической литературы в области разработок наноразмерных лекарственных форм: технологий их производства и исследования	+	+	+
6	– формулировать требования к наночастицам и определять эффективные пути создания новых наноразмерных лекарственных форм с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения в медицине и фармацевтике	+	+	+
7	– выбирать необходимые экспериментальные технологические методы и методы исследования состава, структуры нанообъектов		+	+
8	– применять теоретические знания по современным и перспективным видам наноразмерных лекарственных форм для решения исследовательских и прикладных задач в фармацевтике	+	+	+
	Владеть:			
9	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области нанотехнологий	+	+	+
10	– методологическими подходами и возможностью установления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии наноразмерных лекарственных форм, обеспечивающих обоснованное принятие решений при их разработке		+	

11	– методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области фармацевтических нанотехнологий		+	+	+
12	– способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области фармацевтических нанотехнологий		+	+	+
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
13	– УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.2 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.)	+	+	+
14	– УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
15	– ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	– ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах	+	+	+
16	– ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	– ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	+	+	+

17	– ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	– ПК-4.3 Знает основные типы, свойства, методы получения и особенности применения наноразмерных носителей для адресной доставки физиологически активных веществ	+	+	+
18	– ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	– ПК-4.5 Умеет предложить оптимальные виды наноразмерных носителей для физиологически активных веществ с заданными свойствами	+		
19	– ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	– ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач	+	+	+

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	История возникновения и будущее наномедицины: перспективные направления практического применения наночастиц в фармацевтической технологии и медицине.	2
2	1.2	Современное состояние направления использования нанопрепаратов: подводные камни наномедицины.	2
3	2.1	Факторы и технологические параметры, влияющие на характеристики полимерных наночастиц (размер, полидисперсность, эффективность включения ЛВ и др.).	4
4	2.2	Оптимизация подхода для промышленного получения наночастиц.	3
5	3.1	Флуоресцентные методы анализа в нанотехнологии. Перспективные направления применения флуоресцентных наночастиц в биологии и медицине.	2
6	3.2	Спектральные методы анализа при изучении наночастиц фармацевтического назначения. Атомная и молекулярная спектроскопия. Методы изучения высвобождения лекарственного вещества из наноразмерных лекарственных форм. Типичные профили высвобождения.	2
7	3.3	Наноразмерные формы, использующиеся для диагностики. Методы изучения свойств наночастиц, использующихся для диагностики.	2

6.2 Лабораторные занятия

Программа дисциплины «Введение в фармацевтическую нанотехнологию» не предполагает проведения лабораторных работ.

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, семинаров и конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

– подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (2 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. 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 60 баллов, по 20 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов: 3 вопроса по 2 балла за вопрос, 1 вопрос по 4 балла, 1 вопрос по 10 баллов.

1. Согласно IUPAC наночастицы это-
 - А. частицы любой формы с размерами в диапазоне от 1 до 100 нм
 - Б. твердые коллоидные частицы, размер которых составляет от 10 до 1000 нм
 - В. частицы любой формы с размерами в диапазоне от 1 до 1000 нм
2. Автор концепции о «Волшебной пуле» (Magic Bullet):
 - А. Ричард Фейнман
 - Б. Норио Танигучи
 - В. Пауль Эрлих
 - Г. Петер Шпайзер
3. К наноразмерным носителям на основе полимеров относят:
 - А. полимерные наносферы и нанокапсулы
 - Б. твердые липиды и липосомы
 - В. полимерные мицеллы
 - Г. дендримеры
 - Д. полиплексы
 - Е. фуллерены
 - Ж. квантовые точки
4. Верно ли утверждение, что стелс-НЧ 100 - 200 нм быстрее выводятся из кровотока и эффективно накапливаются в опухолях?
5. Структура и применение в фармацевтике дендримеров.

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

1. Какой полимер формируется в процессе получения наночастиц по методу полимеризации из мономеров?
 - А. Полимолочная кислота
 - Б. Гиалуроновая кислота
 - В. Полибутилцианоакрилат
 - Г. Полистирол
2. Особенностью какого метода является быстрый массоперенос, использование меньшего количества реактивов, получение наночастиц в узком диапазоне размеров и ламинарный режим течения жидкости?
 - А. Микрофлюидные технологии
 - Б. Распылительная сушка
 - В. Мембранные технологии
 - Г. Наноосаждение
3. Амфифильные полимеры по своему строению бывают:
 - А. Звездчатые
 - Б. Привитые
 - В. Сшитые
 - Г. Блок сополимеры
 - Д. Цепные
4. Назовите три основных режима течения жидкости в микроканалах (микрофлюидные технологии).
5. В каком методе получения наночастиц используют SPG-мембраны?

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

1. Величину разницы между максимумами спектров поглощения и флуоресценции называют:
 - А. Правило зеркальной симметрии Левшина
 - Б. Сдвиг Стокса
 - В. Внутренняя конверсия
 - Г. Критерий Рэлея
2. К флуоресцентным белкам относятся:
 - А. GFP
 - Б. Nile Red
 - В. mCherry
 - Г. BODIPY
3. Для визуализации органелл клетки с помощью флуоресцентной микроскопии используют:
 - А. LysoTracker
 - Б. MitoTracker
 - В. DAPI
 - Г. Alexa Fluor
4. Верно ли утверждение, что спектр флуоресценции и его максимум всегда сдвинуты относительно спектра поглощения и его максимума в более длинноволновую область.
5. Как называется терапевтическая стратегия, основанная на применении наночастиц (в частности, плазмонно-резонансных наночастиц золота), нагревающихся под воздействием лазера?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов

1. Отличие физических и химических и биологических свойств нано-объектов от макрообъектов как обоснование определения наноразмерного диапазона. Определение наночастиц.
2. Квантовые точки: определение, химические и физические свойства и применение для визуализации клеток.
3. Карбоновые нанотрубки и фуллерены: структура, свойства, области применения в фармацевтике и медицине.
4. Структура и применение в фармацевтике дендримеров.
5. Таргетная доставка лекарств с помощью наночастиц: принцип и основные способы векторизации носителей.
6. Терапия солидных опухолей с помощью наночастиц: принцип пассивной доставки на основе эффекта повышенной проницаемости и удерживания (EPR).
7. Принцип технологии "stells".
8. Различия в биораспределении гидрофильных и гидрофобных полимерных наночастиц при внутривенном введении: роль иммунных клеток.
9. Механизмы проникновения (интернализации) наночастиц в клетки эукариот. Фагоцитирующие и нефагоцитирующие клетки.
10. Основные механизмы токсического действия наночастиц на клетки: влияние размера и заряда и формы.
11. Эффективность наночастиц в отношении биопленок на экспериментальных моделях.
12. Повышение растворимости труднорастворимых веществ с помощью наночастиц.
13. Основные требования к наноразмерным носителям для биомедицинского применения.
14. Классификация носителей по способности к биodeградации.
15. Нанотоксикология: безопасность наноразмерных носителей.
16. Основные типы наноразмерных носителей в медицине: классификация.
17. Липосомы: определение, состав, структура, виды и свойства.
18. Полимерные нанокапсулы и наносферы: структура, состав и использование в качестве носителей лекарств.
19. Принцип лечения внутриклеточных инфекций с помощью наночастиц: роль фагоцитоза.
20. Магнитные наночастицы: виды, состав и применение для диагностики, структуры ядро-оболочка.
21. Биodeградируемые и небиodeградируемые наноразмерные носители.
22. Nab - технология: принцип и применение на примере nab-паклитаксела (Abraxane®).
23. Наночастицы против бактерий и бактериальных биопленок: принцип действия.
24. Обеспечение доставки лекарств в мозг с помощью наночастиц: роль полисорбата 80.
25. SPION: определение, структура, принцип действия и применение в медицине.
26. Первый зарегистрированный FDA наносомальный препарат Doxil®: состав, структура, преимущества.
27. Перспективные направления практического применения наночастиц в фармацевтической технологии и медицине.
28. Наноразмерные носители, используемые в наномедицине: основные типы, их

- свойства и применение.
29. Воздействие наночастиц на организм человека при различных способах попадания.
 30. Основные факторы токсичности наночастиц.
 31. Классификация полимерных материалов, применяемых для получения полимерных наночастиц. Методы получения наночастиц из синтетических полимеров.
 32. Методы эмульгирования и высаливания (схема, основные особенности технологии, достоинства/недостатки, технологические параметры).
 33. Метод наноосаждения и метод диализа (схема, основные особенности, достоинства/недостатки, технологические параметры).
 34. Метод распылительного высушивания (схема, основные особенности, достоинства/недостатки, технологические параметры). Отличие от традиционной распылительной сушки.
 35. Применение сверхкритических технологий. Трёхфазная диаграмма состояния для углекислого газа. Метод RESS. Основные различия в технологии получения полимерных наночастиц методами СКФ. Варьирование технологических параметров.
 36. Применение сверхкритических технологий. Трёхфазная диаграмма состояния для углекислого газа. Метод GAS. Основные различия в технологии получения полимерных наночастиц методами СКФ. Варьирование технологических параметров.
 37. Применение сверхкритических технологий. Трёхфазная диаграмма состояния для углекислого газа. Метод PGSS. Основные различия в технологии получения полимерных наночастиц методами СКФ. Варьирование технологических параметров.
 38. Применение сверхкритических технологий. Трёхфазная диаграмма состояния для углекислого газа. Метод SFEE. Основные различия в технологии получения полимерных наночастиц методами СКФ. Варьирование технологических параметров.
 39. Мембранные технологии (схема, основные особенности, достоинства/недостатки, технологические параметры).
 40. Микрофлюидные технологии. Материалы, используемые для формирования чипов.
 41. Микрофлюидные технологии. Методы формирования капли в микроканале: активные и пассивные. Режимы течения фаз.
 42. Микрофлюидные технологии. Механизм формирования наночастиц методом наноосаждения (схема, основные особенности, достоинства/недостатки, технологические параметры).
 43. Сверхкритические технологии при получении наночастиц фармацевтического назначения.
 44. Использование мембранных технологий.
 45. Технология получения полимерных наночастиц полимеризацией мономеров.
 46. Методы получения полимерных наночастиц полимеризацией мономеров. Виды полимеризации. Особенности процесса.
 47. Методы получения наночастиц из природных полимеров. Классификация природных полимеров. Полисахариды, как перспективные носители лекарственных веществ.
 48. Методы получения физически-сшитых наночастиц (особенности технологии, схемы).
 49. Методы получения химически-сшитых наночастиц (особенности технологии, схемы).
 50. Полимерные мицеллы. Определение. Строение и структура. Механизм самосборки.
 51. Методы получения полимерных мицелл. Метод прямого растворения, метод диализа, метод твердой дисперсии (особенности технологии, схемы).

52. Методы получения полимерных мицелл. Метод упаривания растворителя, метод лиофилизации, метод микрофазного разделения (особенности технологии, схемы).
53. Липосомы. Строение и структура. Методы получения липосом. Методы механического диспергирования (схема, основные особенности, достоинства/недостатки).
54. Липосомы. Строение и структура. Методы получения липосом. Метод спонтанного образования везикул (схема, основные особенности, достоинства/недостатки).
55. Липосомы. Строение и структура. Методы получения липосом. Методы удаления детергента (схема, основные особенности, достоинства/недостатки).
56. Полимерные мицеллы: основные подходы к разработке наночастиц на их основе.
57. Полимерные мицеллы. Метод прямого растворения.
58. Полимерные мицеллы. Метод диализа.
59. Полимерные мицеллы. Метод твердой дисперсии.
60. Полимерные мицеллы. Метод упаривания растворителя.
61. Особые свойства наноразмерных лекарственных форм, требующие особых методов анализа.
62. Микроскопические методы, используемые для визуализации липосомальных лекарственных форм.
63. Микроскопические методы, используемые для визуализации мицеллярных лекарственных форм.
64. Методы визуализации наногелей.
65. Сканирующая электронная микроскопия. Возможности метода для анализа наноразмерных полимерных лекарственных форм.
66. Трансмиссионная электронная микроскопия. Возможности метода для анализа наноразмерных лекарственных форм.
67. Трансмиссионная электронная микроскопия. Возможности метода для анализа металлосодержащих наноразмерных лекарственных форм.
68. Сканирующая зондовая микроскопия. Принцип метода. Разновидности.
69. Атомно-силовая микроскопия. Принцип метода. Возможности метода для анализа наночастиц.
70. Атомно-силовая микроскопия. Принцип метода. Детектирование.
71. Атомно-силовая микроскопия. Кантилевер. Особенности применения метода.
72. Трансмиссионная электронная микроскопия. Возможности метода для анализа наноразмерных лекарственных форм.
73. Методы электронной микроскопии для визуализации наночастиц в биологических объектах.
74. Крио-трансмиссионная спектроскопия. Принцип метода и особенности применения.
75. Классификация методов микроскопии, использующихся для визуализации наночастиц.
76. Флуоресценция, квантовый выход, яркость, молярный коэффициент экстинкции, время жизни флуоресценции.
77. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия, принцип метода.
78. Применение флуоресцентных наночастиц для тераностики.
79. Сочетание методов оптической визуализации, МРТ и КТ с помощью наночастиц (мультимодальная визуализация).
80. Способы модификации поверхности флуоресцентных наночастиц для направленной доставки в очаг патологии.
81. Флуоресцентные биосенсоры, особенности строения, применение.
82. Флуоресцентная микроскопия. Область применения, значение для биологии медицины.
83. Полимерная лекарственная форма на основе твердых наночастиц. Предложите

- методы анализа морфологии поверхности.
84. Мицелярная наноразмерная лекарственная форма. Предложите методы анализа строения мицеллы.
 85. Методы определения размеров наночастиц.
 86. Дзета-потенциал наночастицы. Понятие. Метод определения.
 87. Метод электрофоретического рассеяния для определения дзета-потенциала поверхности наночастиц.
 88. Метод динамического светорассеяния для определения размеров наночастиц.
 89. Способы оценки распределения наночастиц по размерам.
 90. Потенциал течения. Определение потенциала течения в режиме титрования.
 91. Схема измерений в методе динамического светорассеяния.
 92. Сравнительная характеристика методов, использующихся для определения размеров наночастиц: микроскопия и метод динамического светорассеяния.
 93. Спектральные методы анализа при изучении наночастиц фармацевтического назначения.
 94. Атомная и молекулярная спектроскопия для изучения фармацевтических наночастиц. Возможности методов.
 95. Методы изучения высвобождения лекарственного вещества из наноразмерных лекарственных форм. Типичные профили высвобождения.
 96. Наноразмерные формы, использующиеся для диагностики. Примеры.
 97. Методы анализа диагностических свойств наночастиц.
 98. Методы количественного анализа, использующиеся для биофармацевтического анализа наноразмерных лекарственных форм.
 99. Изучение распределения наночастиц в организме и их визуализация. Примеры применения методов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (2 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «**«Введение в фармацевтическую нанотехнологию»**» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедры ХТБМП _____ М.С. Ощепков «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	Направление подготовки 04.04.01 Химия, Магистерская программа «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
	Дисциплина «Введение в фармацевтическую нанотехнологию»
Билет № 1	
1. Карбоновые нанотрубки и фуллерены: структура, свойства, области применения в фармацевтике и медицине.	

2. Метод распылительного высушивания (схема, основные особенности, достоинства/недостатки, технологические параметры). Отличие от традиционной распылительной сушки
3. Микроскопические методы, используемые для визуализации липосомальных лекарственных форм
4. Флуоресценция, квантовый выход, яркость, молярный коэффициент экстинкции, время жизни флуоресценции.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Нормальная физиология [Электронный ресурс] / Дегтярев В.П., Сорокина Н.Д. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970451304.html> ЭБС «Консультант студента».
2. Граник, В. Г. Основы медицинской химии: учебник / В.Г. Граник. - 2-е изд. - М.: Вузовская книга, 2006. - 384 с. (Базовый учебник).
3. Петрухин О.М. (ред.), Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов - М.: Химия, 2001. – 497 с. (Базовый учебник).

Б. Дополнительная литература

1. Меньшутина Н.В. Введение в нанотехнологию. – Калуга, Издательство научной литературы Н.Ф. Бочкаревой, 2006, 132 с.
2. Меньшутина Н.В. Наночастицы и наноструктурированные материалы для фармацевтики. – Калуга, Издательство научной литературы Н.Ф. Бочкаревой, 2008, 200 с.
3. Лебедев, А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / А. Т. Лебедев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Техносфера, 2015. — 704 с. — ISBN 978-5-94836-409-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
4. Аналитическая химия: учебник: в 3 томах / Н. В. Алов, И. А. Василенко, М. А. Гольдштрах [и др.]; под редакцией А. А. Ищенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 2: Инструментальные методы анализа. Часть 1 — 2020. — 472 с. — ISBN 978-5-9221-1866-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
5. Винарский В.А. Юрченко Р.А. Коваленко А.Е., Кузовлев. В. Ю., Гладырев В.В. Масс- спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 143 с.
6. Ермоленко Ю.В., Калистратова А.В. Капиллярный электрофорез. Теоретические основы и практическое руководство. Лабораторный практикум: учебное пособие – М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021 г. – 128 с
7. Люльман Х., Мор К., Хайн Л. Наглядная фармакология / Пер. с нем. - М.: Мир, 2008. – 383 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Журнал Органической химии», ISSN: 0514-7492

- «Журнал Общей химии», ISSN: 0044-460X
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Mendeleev Communication», ISSN: 0959-9436
- «International journal of pharmaceutics» ISSN: 0378-5173
- «International Journal of Nanomedicine» ISSN:1178-2013
- «Journal of Controlled Release» ISSN:0168-3659
- «Journal of advanced research» ISSN:2090-1232

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com
- Ресурсы American Chemical Society: <http://www.acs.org/content/acs/en.html/>
- Ресурсы Royal Society of Chemistry: <http://pubs.rsc.org/>
- Ресурсы Издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- Ресурсы PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых и открытых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- банк открытых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 99).

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 «Введение в фармацевтическую нанотехнологию» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; схемы, графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами продукции химических производств оптически активных соединений.

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:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 Microsoft Open License	3	бессрочная
2	Microsoft Office Standard 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии 42931328	2	бессрочная

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
3	Microsoft Windows 7 Pro	Microsoft Open License Номер лицензии 47837475	2	бессрочная
4	Антивирус Kaspersky (Касперский)	сублицензионный договор №дс1054/2016 г., Акт № 1061 от 30.11.2016 г.	13	13.12.2018
5	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR Архиватор	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная
6	«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. Применение наночастиц в фармацевтике	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области фармацевтических нанотехнологий – современные направления применения наноразмерных лекарственных форм <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области разработок наноразмерных лекарственных форм: технологий их производства и исследования – формулировать требования к наночастицам и определять эффективные пути создания новых наноразмерных лекарственных форм с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения в медицине и фармацевтике – применять теоретические знания по современным и перспективным 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>видам наноразмерных лекарственных форм для решения исследовательских и прикладных задач в фармацевтике</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области нанотехнологий – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области фармацевтических нанотехнологий – способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области фармацевтических нанотехнологий 	
<p>Раздел 2. Технология получения наночастиц фармацевтического назначения</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основы современных технологических процессов получения наноразмерных лекарственных форм – современные направления применения наноразмерных лекарственных форм <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области разработок наноразмерных лекарственных форм: технологий их производства и исследования – формулировать требования к наночастицам и определять эффективные пути создания новых наноразмерных лекарственных форм с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения в медицине и фармацевтике – выбирать необходимые экспериментальные технологические методы и методы исследования состава, структуры нанообъектов – применять теоретические знания по современным и перспективным 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>видам наноразмерных лекарственных форм для решения исследовательских и прикладных задач в фармацевтике</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области нанотехнологий – методологическими подходами и возможностью установления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии наноразмерных лекарственных форм, обеспечивающих обоснованное принятие решений при их разработке – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области фармацевтических нанотехнологий – способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области фармацевтических нанотехнологий 	
<p>Раздел 3.</p> <p>Методы анализа, используемые в ходе разработки наноразмерных лекарственных форм</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы действия современных методов анализа, использующихся для исследования наноразмерных лекарственных форм, в том числе, микроскопических методов анализа – современные направления применения наноразмерных лекарственных форм <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области разработок наноразмерных лекарственных форм: технологий их производства и исследования – формулировать требования к наночастицам и определять эффективные пути создания новых наноразмерных лекарственных форм 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения в медицине и фармацевтике</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать необходимые экспериментальные технологические методы и методы исследования состава, структуры нанообъектов – применять теоретические знания по современным и перспективным видам наноразмерных лекарственных форм для решения исследовательских и прикладных задач в фармацевтике <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам в области нанотехнологий – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области фармацевтических нанотехнологий – способностью и готовностью к разработке новых методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области фармацевтических нанотехнологий 	
--	---	--

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
«Введение в фармацевтическую нанотехнологию»**

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия

Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Биохимические и молекулярные основы патологических процессов»**

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: к.х.н., доцент Соловьева И.Н., к.х.н., доцент Поливанова А.Г., к.х.н.,
доцент Ткаченко С.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **04.04.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Биохимические и молекулярные основы патологических процессов» относится к общей части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и технологии биологически активных веществ.

Цель дисциплины – научить студентов разбираться в причинах возникновения патологий человеческого организма на молекулярном и тканевом уровне, в биохимических и молекулярных механизмах протекания патологических реакций, способах поддержания гомеостаза организмом и его защитных механизмах, направленных против внешних и внутренних патогенных факторов; определять возможные биомеханизмы для терапевтического воздействия при различных патологиях.

Задачи дисциплины:

- формирование у магистрантов фундаментальной базы и системных знаний об основных молекулярных и биохимических механизмах протекания патологических процессов в организме;

- выработка системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в области изучения механизмов действия биологически активных веществ на организм человека.

Дисциплина «Биохимические и молекулярные основы патологических процессов» преподаётся в 3-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – б) - Анализ опыта
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.2 Знает теоретические основы функционирования живых организмов в норме и при патологии, необходимые для осуществления научных исследований в области биомедицинской химии; ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные внешние и внутренние факторы, которые могут стать причиной патологии;
- механизмы контроля качества биосинтеза и распределения биомолекул внутри клетки;
- основные механизмы управления клеточными процессами с помощью химических сигналов и причины нарушения их работы при патологиях;
- основные принципы и механизмы работы иммунной системы организма, направленные на защиту от внешних и внутренних патогенных факторов;
- особенности патологических процессов клеток крови и нейронов.

Уметь:

- разбираться в биохимических и молекулярных механизмах возникновения и протекания различных заболеваний;
- определять возможные биомеханизмы для лечения заболеваний или купирования негативного состояния организма, сопутствующего им.

Владеть:

- методами работы с научно-технической и справочной литературой, а также с электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам, касающимся проблем биохимических и молекулярных механизмов возникновения и протекания различных патологических состояний человеческого организма;
- методологическими подходами к выявлению взаимосвязи и причины возникновения заболевания с возможными типовыми патологическими реакциями и процессам, которые данная причина может повлечь;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, при решении исследовательских и практических задач в области молекулярной патофизиологии;
- способностью и готовностью к разработке новых материалов биомедицинского направления в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

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:	1,42	51	38,25
Лекции	1,42	51	38,25
Самостоятельная работа	2,58	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,45
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Сам. работа
1.	Молекулярная патофизиология клетки	39	15	24
1.1	Введение в молекулярную патофизиологию	10	4	6
1.2	Патофизиология клеточных структур	10	4	6
1.3	Биоинформационная патология	10	4	6
1.4	Механизмы нарушения контроля качества и распределения молекул в клетке	9	3	6
2.	Патологии молекулярных систем управления клеточными процессами	48	16	32
2.1	Общее представление о механизмах управления клеточными процессами с помощью химических сигналов	12	4	8
2.2	Механизмы внутриклеточной сигнализации и их патологии	12	4	8
2.3	Управление процессами размножения и дифференцировки клеток	12	4	8
	Механизмы гибели клеток	12	4	8
3.	Биохимия иммунитета	38	14	24
3.1	Клеточные и молекулярные механизмы иммунитета	19	7	12
3.2	Молекулярные механизмы патогенного проявления иммунитета	19	7	12
4.	Патофизиология нейронов	19	6	13
	ИТОГО	144	51	93

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Молекулярная патофизиология клетки.

1.1. Введение в молекулярную патофизиологию. Место патофизиологии в системе знаний. Предмет патофизиологии. Категории патофизиологии: норма, здоровье, предболезнь, болезнь. Разделы патофизиологии. Типовые патологические процессы и типовые молекулярно-клеточные реакции. Основные принципы жизнедеятельности, нарушение которых приводит к патологии.

1.2. Патофизиология клеточных структур. Патология клеточных мембран. Патологии клеточного ядра. Патология митохондрий. Патология мышечных элементов клетки. Патология лизосом. Патология эндоплазматического ретикулума. Нарушения липидного обмена в клетке. Нарушения обмена коллагена. Внутри- и внеклеточный отек.

1.3. Биоинформационная патология. Геном человека. Генетическая обусловленность патологических процессов. Мутагены и мутации. Основные этапы процесса передачи генетической информации. Классификация мутаций: качественные и количественные изменения в генетическом аппарате и связанные с ними патологии. Наследственные и врожденные болезни. Подходы к лечению наследственных заболеваний. Моногенные и полигенные заболевания. Мутации митохондриальной ДНК и связанные с этим патологии. Роль продуктов мутантных генов в патогенезе наследственных болезней.

1.4. Механизмы нарушения контроля качества и распределения молекул в клетке. Репликация ДНК, молекулярные механизмы обеспечения и контроля качества этого процесса. Проблема недорепликации ДНК. Теломеразная теория старения и рака. Структура и молекулярные особенности работы теломеразы. Заболевания, связанные с нарушением уровня экспрессии гена теломеразы. Дефекты репарации ДНК. Основные типы репарационных процессов. Заболевания, связанные с дефектами процесса репарации. Вспомогательные молекулярные факторы репарации. Контроль качества молекул в ходе трансляции. Молекулярный механизм работы амноацил-тРНК-синтетаз. Основные молекулярные факторы, участвующие в процессе инициации, цикле элонгации и терминации биосинтеза белков. Патологические нарушения трансляционных процессов. Посттрансляционные процессы. Транспорт белков в клетке. Контроль качества фолдинга и посттрансляционных модификаций белков в эндоплазматическом ретикулуме и аппарате Гольджи. Транспорт белков в митохондрии и контроль качества фолдинга митохондриальных белков. Шапероны и энергозависимые протеазы. Механизм упорядоченного складывания белком шаперонами. Протеазный путь деградации белковых молекул. Белки теплового шока. Болезни, обусловленные неправильным свертыванием белков. Этиология и патогенез прионных заболеваний.

2. Патологии молекулярных систем управления клеточными процессами

2.1. Общее представление о механизмах управления клеточными процессами с помощью химических сигналов. Механизм управления функциями организма. Основные молекулярные элементы теории управления внутриклеточными процессами. Способы межклеточного взаимодействия. Каскады сигналов управления. Гипоталамо-гипофизарная система управления.

2.2. Механизмы внутриклеточной сигнализации и их патологии. Патологии лигандов: патологические изменения, связанные с изменением количества лиганда

(сахарный диабет 1-го типа, паркинсонизм), патологии, связанные с присутствием ложного лиганда, патологии взаимодействия лигандов с рецепторами плазматических мембран. Типы клеточных рецепторов. Сахарный диабет 2-го типа. Аденилатциклазная система управления: основные молекулярные элементы и их взаимосвязь, механизм управления активностью аденилатциклазы, принцип действия Протеинкиназы А и основные типы активируемых ею белков. Патологии аденилатциклазной системы. Наркотическая зависимость и алкоголизм как патологии молекулярных систем управления клеточными процессами. Стимулирующие наркотические средства. Опиаты. Особенности кальциевой регуляции внутриклеточных процессов. Кальциевая перегрузка. Кальциевая регуляция быстрых процессов. Фосфоинозитидный регуляторный каскад. Участие инозитолтрифосфата и кальций-регулируемых кальциевых каналов в происхождении внутриклеточных колебаний концентрации кальция. Метаболизм инозитолтрифосфата. Патологии фосфоинозитидного регуляторного каскада. Роль оксида азота (NO) в регуляции физиологических и патологических процессов. Основные Особенности оксида азота как биогенного вещества. Синтез NO в организме. Физиологические эффекты оксида азота, обусловленные работой конститутивных NO-синтаз. Физиологические эффекты оксида азота, обусловленные работой индуцибельной NO-синтазы. Патогенные эффекты NO на организм.

2.3. Управление процессами размножения и дифференцировки клеток. Регуляция размножения и роста клеток. Особенности митогенного сигнального каскада. Клеточный цикл. Регуляция клеточного цикла. Особенности тормозных белков клеточного цикла. Онкогенез. Роль мутаций в развитии опухоли. Этиология онкологических заболеваний. Патогенез онкологических заболеваний. Стадии опухолевого патогенеза. Роль белка p53 в опухолевом росте. Особенности раковых клеток. Классификация опухолей. Вирусный онкогенез. Подходы к лечению опухолевых заболеваний.

2.4. Механизмы гибели клеток. Формы клеточной гибели: апоптоз и некроз. Морфологические и биохимические признаки апоптоза. Сигнальные каскады апоптоза: внеклеточная и внутриклеточная активация. Заболевания, обусловленные нарушениями регуляции апоптоза. Морфологические и биохимические признаки некроза. Этиология некроза: кальциевая перегрузка, оксидативный стресс, нарушение барьерной функции мембран. Патогенетические схемы некроза. Особенности некроза клеток при ишемии.

3. Биохимия иммунитета

3.1. Клеточные и молекулярные механизмы иммунитета. Клетки и органы иммунной системы. Врожденный иммунитет. Клеточные элементы врожденного иммунитета. Гуморальные факторы врожденного иммунитета. Недостатки врожденного иммунитета. Приобретенный иммунитет. Антитела и антигены. Структура и классификация антител. Механизмы возникновения разнообразия антител. Взаимодействие клеток иммунной системы. Цитотоксическое действие Т-клеток.

3.2. Молекулярные механизмы патогенного проявления иммунитета. Молекулярные механизмы формирования воспалительной реакции. Основные симптомы острого воспаления. Медиаторы воспаления. Процесс миграции лейкоцитов в очаг воспаления. Фагоцитоз. Патогенное действие острой воспалительной реакции на организм. Патогенные проявления иммунитета. Иммунодефициты. Аутоиммунные заболевания. Гиперчувствительность (аллергия). Патогенез аллергии. Типы гиперчувствительности: гиперчувствительность I типа (аллергия), гиперчувствительность

II типа (цитотоксическая реакция), гиперчувствительность III типа (повреждение иммунными комплексами), гиперчувствительность IV типа («клеточный иммунитет»).

4. Патопфизиология нейронов.

Структурно-функциональная организация нервных клеток. Метаболические особенности нейрона. Роль NMDA-рецепторов в процессах эксайтотоксичности. Патологии межмембранного транспорта ионов в нейронах. Каналопатии. Эпилепсии. Устройство и механизм работы различных типов синапсов. Патологии синапсов. Нейродегенеративные болезни: болезнь Альцгеймера, хорea Гентингтона, болезнь Паркинсона.

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 внешние и внутренние факторы, которые могут стать причиной патологии;	+	+	+	+
2	- механизмы контроля качества биосинтеза и распределения биомолекул внутри клетки	+			
3	- основные механизмы управления клеточными процессами с помощью химических сигналов и причины нарушения их работы при патологиях		+		
4	- основные принципы и механизмы работы иммунной системы организма, направленные на защиту от внешних и внутренних патогенных факторов			+	
5	- особенности патологических процессов клеток крови и нейронов.				+
	Уметь:				
6	- разбираться в биохимических и молекулярных механизмах возникновения и протекания различных заболеваний;	+	+	+	+
7	- определять возможные биомеханизмы для лечения заболеваний или купирования негативного состояния организма, сопутствующего им	+	+	+	+
	Владеть:				
8	- методами работы с научно-технической и справочной литературой, а также с электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам, касающимся проблем биохимических и молекулярных механизмов возникновения и протекания различных патологических состояний человеческого организма;	+	+	+	+
9	методологическими подходами к выявлению взаимосвязи и причины возникновения заболевания с возможными типовыми патологическими реакциями и процессам, которые данная причина может повлечь	+	+	+	+
10	- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, при решении исследовательских и практических задач в области молекулярной патофизиологии	+	+	+	+
11	- способностью и готовностью к разработке новых материалов биомедицинского направления в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	+	+	+	+
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				
12	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;	+	+	+	+
13		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	+	+	+	+
14	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.2 Знает теоретические основы функционирования живых организмов в норме и при патологии, необходимые для осуществления научных исследований в области биомедицинской химии;	+	+	+	+
15		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Практические и 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;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конгрессов, конференций различного уровня по профилю дисциплины;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике изучаемой дисциплины или смежных дисциплин;
- подготовку к сдаче зачета 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 40 баллов), за подготовку реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Значение ионов K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} и микроэлементов в организме человека. Причины и механизмы нарушения ионного гомеостаза. Патологические состояния и болезни, связанные с нарушением ионного гомеостаза.
2. Энтероклостридиозы человека.
3. Основные медикаментозные подходы к лечению раковых заболеваний. Протеинкиназы, как мишени для лечения онкологических процессов.
4. Патологические проявления тромбоза. Антикоагулянтные препараты.
5. Авитаминозы. Цинга, бери-бери, рахит, пеллагра.
6. Нейродегенеративные заболевания. Болезнь Альцгеймера.
7. Патологии, связанные с нарушением транспорта ионов меди и железа. Болезнь Вильсона-Коновалова, ацерулоплазминемию, болезнь Менкеса.
8. Прионные заболевания.
9. Патогенные проявления иммунитета. Аллергия.
10. Нейродегенеративные заболевания. Паркинсонизм.

11. Сахарный диабет.
12. Гомоцистеинемия. Медикаментозные подходы к лечению.
13. Нарушение углеводного обмена при наследственных ферментопатиях.
14. Гипо-, гиперфункция щитовидной железы.
15. Роль Fe^{2+} в организме. Железодефицитные состояния.
16. Воспаление. Формирование в эволюции, острая воспалительная реакция и иммунитет.
17. Этиология и патогенез мышечных атрофий.
18. Этиология и патогенез пигментной склеродермы.
19. Энзимопатии. Оксалоз, Пропионовая ацидемия, синдром Лоу.
20. Нейродегенеративные заболевания. Болезнь Гентингтона (хорея Гентингтона).
21. Патогенные проявления иммунитета. Иммунодефициты.
22. Патогенные проявления иммунитета. Аутоиммунные заболевания. Аутоиммунная гемолитическая анемия.
23. Нарушение обмена кальция в организме. Гиперкальциемия и гипокальциемия.
24. Ишемия: причины возникновения, особенности патогенеза.
25. Митохондриальные заболевания.
26. Вирусный онкогенез.
27. Физиологические эффекты оксида азота (II). Роль оксида азота (II) в патологических процессах: ишемии, инфекционном поражении, воспалении, раке.
28. Биологическая роль кальция. Остеопороз.
29. Теломераза и старение. Патологии, обусловленные нарушением уровня экспрессии гена теломеразы.
30. Патологии транспортных белков. Аминоацидурии.
31. Общая характеристика анемий. Серповидноклеточная и наследственная гемолитическая анемия.
32. Общая характеристика энзимопатий. Фенилкетонурия, болезнь Тея-Сакса, болезнь Кэнэвэн.
33. Общая характеристика энзимопатий. Гемофилия, порфирии.
34. Стресс эндоплазматического ретикулума как типовой молекулярно-клеточный патологический процесс различных заболеваний.
35. Коллагенопатии.
36. Патологии аденилатциклазной системы.
37. Гиперхолестеринемия (Гиперлипидемия).
38. Муковисцидоз (кистозный фиброз поджелудочной железы).
39. Различия биохимических процессов про- и эукариотических организмов как основа избирательности действия лекарственных средств.
40. Различия в клеточной архитектуре как основа избирательности действия БАВ. Цитологические аспекты противоопухолевой и иммунотерапии.
41. Химиотерапия: история и принципы. Современные подходы к химиотерапии.
42. Химиотерапия: вклад П. Эрлиха. Химиотерапевтический индекс. Группы химиотерапевтических средств. Проблемы резистентности.
43. Концепция антиметаболитов как аналогов коферментов и субстратов ферментов, обладающих антагонистическим действием.
44. Наркомания. Классификация. Основные клинические проявления при различных видах наркомании. Патогенез нарушений. Механизм токсического действия.
45. Механизмы фототоксичности и избирательность. Фотодинамическая терапия.
46. Регуляция окисления жирных кислот. Индукция окислительного стресса. Хиноны и их роль.
47. Последствия окислительного стресса для организма. Окислительное повреждение ДНК, белков, липидов.

48. Химический канцерогенез. Характеристика канцерогенов, классификация. Стадии канцерогенеза и механизмы действия. Выявление канцерогенной активности веществ. Оценка риска химического канцерогенеза.
49. Антибиотики: история открытия, основные группы. Молекулярные механизмы действия. Проблемы современной антибиотикотерапии.
50. Иммунотоксичность. Характеристика иммунной системы в норме и патологии.
51. Иммунотоксичность. Иммуносупрессия, реакции гиперчувствительности. Аутоиммунные процессы.
52. Причины уязвимости нервной системы. Характеристика нейрохимических процессов в норме и патологии.
53. Проявления нейротоксических процессов на уровне организма. Патологии нейронов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по 1-2 и 3-4 разделу соответственно). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет 20 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

1. Основные понятия патологической биохимии. Предмет курса.
2. Место патофизиологии в системе знаний. Предмет патофизиологии.
3. Категории и разделы патофизиологии.
4. Основные принципы жизнедеятельности, нарушение которых приводит к патологии.
5. Введение в молекулярную патофизиологию. Патофизиология клеточных структур.
6. Типовые молекулярно-клеточные патологические реакции (общая характеристика).
7. Основные понятия генетики: генотип, фенотип, геном, хромосомы, гены, аллели, экспрессия гена, доминантные и рецессивные признаки, соматические и половые клетки, мутации.
8. Подробное строение наследственного вещества – от нуклеотида до хромосомы.
9. Этапы передачи генетической информации.
10. Мутации и мутагены. Классификация мутаций.
11. Патологические проявления мутаций (примеры заболеваний).
12. Моногенные и полигенные заболевания. Общая характеристика.
13. Наследственные и врожденные болезни (общая характеристика, примеры заболеваний).
14. Подходы к лечению наследственных заболеваний.
15. Роль продуктов мутантных генов в патогенезе наследственных заболеваний.
16. Механизм репликации ДНК; причина недорепликации.
17. Фермент теломераза: структура, функции, патологии при нарушении уровня экспрессии.
18. Теломераза как биомаркер для воздействия лекарственными препаратами.
19. Характеристика основных репарационных процессов.
20. Этиология и патогенез пигментной ксеродермии.
21. Основные участники процесса трансляции, устройство активного центра рибосомы.

22. Фермент аминоксил-тРНК-синтетаза (структура и химизм осуществляемых превращений, контроль качества процесса активации аминокислот при подготовке к трансляции).
23. Биосинтез белка на рибосомах.
24. Этапы трансляции и трансляционные факторы.
25. Молекулярные биомеханизмы для нарушения процесса трансляции.

Вопрос 1.2.

1. Необходимость регуляции процессов жизнедеятельности. Способы межклеточного взаимодействия. Основные элементы цепи регулирования, их назначение и взаимосвязь; привести примеры конкретных биомолекул из различных регуляторных каскадов.
2. Особенности сигнальных веществ и их значение в системе управления клеточными функциями. Классификация лигандов по строению и типу управляемых рецепторов; приведите примеры структур конкретных лигандов из каждой группы. Общая схема действия липофильных сигнальных молекул.
3. Особенности сигнальных веществ и их значение в системе управления клеточными функциями. Классификация лигандов по строению и типу управляемых рецепторов; приведите примеры структур конкретных лигандов из каждой группы. Общая схема действия гидрофильных агонистов и нейротрансмиттеров.
4. Классификация основных видов патологий лигандов. Этиология и патогенез двух видов недостаточности инсулина.
5. Классификация основных видов патологий лигандов. Этиология и патогенез заболевания связанного с недостаточностью дофамина. Этиология и патогенез заболеваний, связанных с присутствием «ложных лигандов».
6. Характеристики и особенности рецепторов. Классификация рецепторов по локализации, структуре и механизму действия. Особенности механизмов действия внутриклеточных рецепторов. Этиология и патогенез «почечного несахарного диабета».
7. Классификация рецепторов по структуре и механизму действия. Ионотропные и метаботропные рецепторы. Основные типы патологий рецепторов. Этиология и патогенез инсулинорезистентности, обусловленной нарушением работы клеточных рецепторов.
8. Классификация рецепторов по структуре и механизму действия. Основные типы патологий рецепторов. Этиология и патогенез рецепторопосредованной недостаточности андрогенов. На примере данной группы заболеваний показать связь различных вариантов локализации мутации в гене рецептора с нарушением конкретных молекулярных механизмов, обеспечивающих его эффективное функционирование.
9. Аденилатциклазная система управления: общая схема, активирующие факторы и молекулярные выключатели каскада. Протеинкиназа А: структура, активация, локализация, функции и основные мишени.
10. Структура и подробная классификация G-белков. Подробный механизм активации аденилатциклазы G-белками, «молекулярные выключатели» данного процесса. Реакция образования цАМФ, его значимость в цепи управления функциями клеток и молекулярные мишени.
11. Основные виды патологических состояний, связанных с нарушением выработки цАМФ и патогенные факторы, которые их вызывают. Характеристика патологических состояний аденилатциклазной системы, вызванных действием бактериальных токсинов: холерного, коклюшного и токсина сибирской язвы.

12. Особенности Ca^{2+} как вторичного посредника. Механизмы регуляции концентрации свободного Ca^{2+} в цитоплазме. Молекулярные мишени Ca^{2+} как вторичного посредника.
13. Особенности Ca^{2+} как вторичного посредника и его молекулярные мишени. Механизм кальциевой регуляции быстрых процессов. Общие причины и патогенетические последствия кальциевой перегрузки.
14. Фосфоинозитидный регуляторный каскад: особенности, общая схема работы, механизмы инактивации, схема образования вторичных посредников. Механизм формирования колебаний концентрации кальция в цитоплазме посредством активации фосфоинозитидного каскада, особенности этих процессов и управляемых ими физиологических функций.
15. Особенности Ca^{2+} как вторичного посредника и его молекулярные мишени. Причины вызывающие кальциевую перегрузку в случае болезни Альцгеймера и при ишемии, патогенез этих процессов.
16. Особенности оксида азота (II) как участника физиологических процессов. Пути синтеза оксида азота (II) в организме. NO-синтазы: классификация, особенности строения, механизм синтеза оксида азота (II).
17. Особенности оксида азота (II) как участника физиологических процессов. Основные мишени NO. Механизмы активации конститутивной NO-синтазы в эндотелиальных клетках. Механизм NO-опосредованной регуляции тонуса кровеносных сосудов.
18. Основные мишени NO в организме. Физиологические эффекты оксида азота (II), обусловленные работой индуцибельной NO-синтазы. Патогенное действие NO на организм.
19. Митогенный сигнальный каскад: особенности строения и работы основных элементов, «молекулярные выключатели», регулируемые каскадом физиологические функции.
20. Клеточный цикл: характеристика стадий, контрольных пунктов и молекулярных регуляторов.
21. Особенности регуляции клеточного цикла циклин-зависимыми протеинкиназами. Динамика образования и деградации циклинов по ходу клеточного цикла. Физиологические функции и мишени белков-супрессоров: p21, p27, p53. Роль белка p53 в опухолевом процессе.
22. Морфологические и биохимические признаки апоптоза. Пути активации регуляторных каскадов апоптоза и основные причины активации этого процесса в клетках. Рецепторопосредованный апоптоз.
23. Морфологические и биохимические признаки апоптоза. Пути активации регуляторных каскадов апоптоза и основные причины активации этого процесса в клетках. Внутриклеточная сигнализация апоптоза.
24. Некроз: морфологические и биохимические признаки. Основные патогенетические составляющие процесса.
25. Роль мутаций в развитии опухоли. Основные типы мутаций в онкогенезе: характеристика, примеры биомишеней и эффектов при нарушении их работы, примеры конкретных видов опухолей для каждого типа мутаций.
26. Роль мутаций в развитии опухоли. Основные типы мутаций в онкогенезе: характеристика, примеры биомишеней. Роль белка p53 в опухолевом процессе.
27. Роль мутаций в развитии опухоли. Основные типы мутаций в онкогенезе: характеристика, примеры биомишеней. Вирусный онкогенез.

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

Вопрос 2.1.

1. Иммунная система. Строение, органы, клетки, функции иммунной системы.
2. Классификация клеток иммунной системы, их особенности и выполняемые функции.
3. Иммуни́тет. Система HLA (MHC). Классы HLA, строение, процессирование и презентация антигена. Иммунологическая роль.
4. Иммуни́тет. Система комплемента: состав, пути активации. Иммунологическое действие.
5. Пути активации комплемента: классический и альтернативный.
6. Врождённый иммунитет: виды, рецепторы, связь с приобретённым иммунитетом.
7. Приобретённый иммунитет: виды, эффекторы. Антитела, адаптивный иммунный ответ.
8. Строение, виды и функции антител.
9. Классификация патологических иммунных реакций по Джеллу и Кумбсу. Механизмы возникновения и осуществления реакций гиперчувствительности 1-3-го типов.
10. Механизмы клеточно-опосредованной гиперчувствительности 4-го типа.
11. Патогенные проявления иммунитета. Индукция и нарушение толерантности. Иммунодефициты. Механизмы аутоиммунных реакций.
12. Воспаление: физиологический смысл, симптомы. Медиаторы воспаления.
13. Воспаление. Механизм миграции лейкоцитов, фагоцитоз.

Вопрос 2.2.

1. Метаболические особенности нейрона. Патогенез ишемии клеток мозга, вызванной инсультом.
2. Основные стадии процесса передачи нервного импульса. Этиология различных видов эпилепсии.
3. Синапс. Нейромедиаторы. Роль нейромодуляторов в работе синапса.
4. Патологии синаптической передачи.
5. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Болезнь Альцгеймера. хорея Гентингтона.
6. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Хорея Гентингтона.
7. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Болезнь Паркинсона.

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса, каждый из которых оценивается по 10 баллов.

1. Основные принципы жизнедеятельности, нарушение которых приводит к патологии.
2. Введение в молекулярную патофизиологию. Патофизиология клеточных структур.
3. Типовые молекулярно-клеточные патологические реакции (общая характеристика).
4. Основные понятия генетики: генотип, фенотип, геном, хромосомы, гены, аллели, экспрессия гена, доминантные и рецессивные признаки, соматические и половые клетки, мутации.
5. Подробное строение наследственного вещества – от нуклеотида до хромосомы.
6. Этапы передачи генетической информации.

7. Мутации и мутагены. Классификация мутаций.
8. Патологические проявления мутаций (примеры заболеваний).
9. Моногенные и полигенные заболевания. Общая характеристика.
10. Наследственные и врожденные болезни (общая характеристика, примеры заболеваний).
11. Подходы к лечению наследственных заболеваний.
12. Роль продуктов мутантных генов в патогенезе наследственных заболеваний.
13. Механизм репликации ДНК; причина недорепликации.
14. Фермент теломераза: структура, функции, патологии при нарушении уровня экспрессии.
15. Теломераза как биомаркер для воздействия лекарственными препаратами.
16. Характеристика основных репарационных процессов.
17. Этиология и патогенез пигментной ксеродермии.
18. Основные участники процесса трансляции, устройство активного центра рибосомы. Фермент аминоацил-тРНК-синтетаза (структура и химизм осуществляемых превращений, контроль качества процесса активации аминокислот при подготовке к трансляции).
19. Этапы трансляции и трансляционные факторы. Молекулярные биомаркеры для нарушения процесса трансляции.
20. Необходимость регуляции процессов жизнедеятельности. Способы межклеточного взаимодействия. Основные элементы цепи регулирования, их назначение и взаимосвязь; привести примеры конкретных биомолекул из различных регуляторных каскадов.
21. Особенности сигнальных веществ и их значение в системе управления клеточными функциями. Классификация лигандов по строению и типу управляемых рецепторов; приведите примеры структур конкретных лигандов из каждой группы. Общая схема действия липофильных сигнальных молекул.
22. Особенности сигнальных веществ и их значение в системе управления клеточными функциями. Классификация лигандов по строению и типу управляемых рецепторов; приведите примеры структур конкретных лигандов из каждой группы. Общая схема действия гидрофильных агонистов и нейротрансмиттеров.
23. Классификация основных видов патологий лигандов. Этиология и патогенез двух видов недостаточности инсулина.
24. Классификация основных видов патологий лигандов. Этиология и патогенез заболевания связанного с недостаточностью дофамина. Этиология и патогенез заболеваний, связанных с присутствием «ложных лигандов».
25. Характеристики и особенности рецепторов. Классификация рецепторов по локализации, структуре и механизму действия. Особенности механизмов действия внутриклеточных рецепторов. Этиология и патогенез «почечного несахарного диабета».
26. Классификация рецепторов по структуре и механизму действия. Ионотропные и метаботропные рецепторы. Основные типы патологий рецепторов. Этиология и патогенез инсулинорезистентности, обусловленной нарушением работы клеточных рецепторов.
27. Классификация рецепторов по структуре и механизму действия. Основные типы патологий рецепторов. Этиология и патогенез рецепторопосредованной недостаточности андрогенов. На примере данной группы заболеваний показать связь различных вариантов локализации мутации в гене рецептора с нарушением конкретных молекулярных механизмов, обеспечивающих его эффективное функционирование.
28. Аденилатциклазная система управления: общая схема, активирующие факторы и молекулярные выключатели каскада. Протеинкиназа А: структура, активация, локализация, функции и основные мишени.

29. Структура и подробная классификация G-белков. Подробный механизм активации аденилатциклазы G-белками, «молекулярные выключатели» данного процесса. Реакция образования цАМФ, его значимость в цепи управления функциями клеток и молекулярные мишени.

30. Основные виды патологических состояний, связанных с нарушением выработки цАМФ и патогенные факторы, которые их вызывают. Характеристика патологических состояний аденилатциклазной системы, вызванных действием бактериальных токсинов: холерного, коклюшного и токсина сибирской язвы.

31. Особенности Ca^{2+} как вторичного посредника. Механизмы регуляции концентрации свободного Ca^{2+} в цитоплазме. Молекулярные мишени Ca^{2+} как вторичного посредника.

32. Особенности Ca^{2+} как вторичного посредника и его молекулярные мишени. Механизм кальциевой регуляции быстрых процессов. Общие причины и патогенетические последствия кальциевой перегрузки.

33. Фосфоинозитидный регуляторный каскад: особенности, общая схема работы, механизмы инактивации, схема образования вторичных посредников. Механизм формирования колебаний концентрации кальция в цитоплазме посредством активации фосфоинозитидного каскада, особенности этих процессов и управляемых ими физиологических функций.

34. Особенности Ca^{2+} как вторичного посредника и его молекулярные мишени. Причины вызывающие кальциевую перегрузку в случае болезни Альцгеймера и при ишемии, патогенез этих процессов.

35. Особенности оксида азота (II) как участника физиологических процессов. Пути синтеза оксида азота (II) в организме. NO-синтазы: классификация, особенности строения, механизм синтеза оксида азота (II).

36. Особенности оксида азота (II) как участника физиологических процессов. Основные мишени NO. Механизмы активации конституитивной NO-синтазы в эндотелиальных клетках. Механизм NO-опосредованной регуляции тонуса кровеносных сосудов.

37. Основные мишени NO в организме. Физиологические эффекты оксида азота (II), обусловленные работой индуцибельной NO-синтазы. Патогенное действие NO на организм.

38. Митогенный сигнальный каскад: особенности строения и работы основных элементов, «молекулярные выключатели», регулируемые каскадом физиологические функции.

39. Клеточный цикл: характеристика стадий, контрольных пунктов и молекулярных регуляторов.

40. Особенности регуляции клеточного цикла циклин-зависимыми протеинкиназами. Динамика образования и деградации циклинов по ходу клеточного цикла. Физиологические функции и мишени белков-супрессоров: p21, p27, p53. Роль белка p53 в опухолевом процессе.

41. Морфологические и биохимические признаки апоптоза. Пути активации регуляторных каскадов апоптоза и основные причины активации этого процесса в клетках. Рецепторопосредованный апоптоз.

42. Морфологические и биохимические признаки апоптоза. Пути активации регуляторных каскадов апоптоза и основные причины активации этого процесса в клетках. Внутриклеточная сигнализация апоптоза.

43. Некроз: морфологические и биохимические признаки. Основные патогенетические составляющие процесса.

44. Роль мутаций в развитии опухоли. Основные типы мутаций в онкогенезе: характеристика, примеры биомишеней и эффектов при нарушении их работы, примеры конкретных видов опухолей для каждого типа мутаций.

45. Роль мутаций в развитии опухоли. Основные типы мутаций в онкогенезе: характеристика, примеры биомаркеров. Роль белка p53 в опухолевом процессе.
46. Роль мутаций в развитии опухоли. Основные типы мутаций в онкогенезе: характеристика, примеры биомаркеров.
47. Вирусный онкогенез.
48. Иммунная система. Строение, органы, клетки, функции иммунной системы.
49. Классификация клеток иммунной системы, их особенности и выполняемые функции.
50. Иммунитет. Система HLA (MHC). Классы HLA, строение, процессирование и презентация антигена. Иммунологическая роль.
51. Иммунитет. Система комплемента: состав, пути активации. Иммунологическое действие.
52. Пути активации комплемента: классический и альтернативный.
53. Врожденный иммунитет: виды, рецепторы, связь с приобретенным иммунитетом.
54. Приобретенный иммунитет: виды, эффекторы. Антитела, адаптивный иммунный ответ.
55. Строение, виды и функции антител.
56. Классификация патологических иммунных реакций по Желлу и Кумбсу. Механизмы возникновения и осуществления реакций гиперчувствительности 1-3-го типов.
57. Механизмы клеточно-опосредованной гиперчувствительности 4-го типа.
58. Патогенные проявления иммунитета. Индукция и нарушение толерантности. Иммунодефициты. Механизмы аутоиммунных реакций.
59. Воспаление: физиологический смысл, симптомы. Медиаторы воспаления.
60. Воспаление. Механизм миграции лейкоцитов, фагоцитоз.
61. Метаболические особенности нейрона. Патогенез ишемии клеток мозга, вызванной инсультом.
62. Основные стадии процесса передачи нервного импульса. Этиология различных видов эпилепсии.
63. Синапс. Нейромедиаторы. Роль нейромодуляторов в работе синапса.
64. Патологии синаптической передачи.
65. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Болезнь Альцгеймера. Хорея Гентингтона.
66. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Хорея Гентингтона.
67. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Болезнь Паркинсона.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

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

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТБМП</p> <p>_____ М.С. Ощепков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	04.04.01 Химия
	Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
	«Биохимические и молекулярные основы патологических процессов», зачет с оценкой
<p align="center">Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Типовые молекулярно-клеточные патологические реакции (общая характеристика). 2. Особенности оксида азота (II) как участника физиологических процессов. Пути синтеза оксида азота (II) в организме. NO-синтазы: классификация, особенности строения, механизм синтеза оксида азота (II). 3. Иммуитет. Система HLA (МНС). Классы HLA, строение, процессирование и презентация антигена. Иммунологическая роль. 4. Характеристика нейродегенеративных заболеваний. Хорея Гентингтона. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Луценко В.К. Молекулярная патофизиология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика». – 2004. – 270 с. (Базовый учебник).
2. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология [Текст]: пер. с англ.: Учеб. пособие для студ. мед. и фармацевт. спец. мед. вузов. - М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. - 446 с. (Базовый учебник).
3. Коваленко, Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 229 с.
4. Соловьева И.Н., Ткаченко С.В., Коваленко Л.В., Дегтярёв В.П. Основы нейрохимии в норме и при патологии: учебное пособие. – М. Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2019. – 156 с.

Б. Дополнительная литература

1. Основы биохимии. Статическая биохимия [Текст]: учебное пособие / О. Д. Лопина [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 172 с.
2. Луценко В.К. Биохимия клетки: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2005. – 92 с.
3. Луценко В.К. Биохимия иммунитета и нейрохимия: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2004. – 92 с.
4. Основы биохимии Ленинджера в 3-х томах. Том 1: Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. 3-е изд., испр. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2017. – 694 с.
5. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2011. – 472с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научные журналы:

- Журнал «Молекулярная биология» ISSN 0026-8984
- Биомедицинская химия ISSN 1990-7508
- Иммунология ISSN 2412-1312
- Патологическая физиология и экспериментальная терапия ISSN 0031-2991
- Journal of Cellular & Molecular Pathology ISSN 0014-4800
- Journal of Molecular Pathophysiology ISSN 2146-832X
- Journal of Glycomics & Lipidomics ISSN 2153-0637
- Journal of Biomolecular Research & Therapeutics ISSN 2167-7956
- Advances in Molecular Diagnostics ISSN 2572-5645
- Журнал «Биоорганическая химия» ISSN 0132-3423
- Журнал «Биохимия» ISSN 0320-9725
- Журнал «Молекулярная биология» ISSN 0026-8984

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 «Биохимические и молекулярные основы патологических процессов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Раздаточный иллюстративный материал к практическим занятиям. Плакаты «Metabolic pathways», «Строение клетки», 3D-модели строения животной клетки, молекулы ДНК, клеточной мембраны.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами, проекторы, экраны, МФУ, 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 практическим занятиям.

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Молекулярная патофизиология клетки	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные внешние и внутренние факторы, которые могут стать причиной патологии; - механизмы контроля качества биосинтеза и распределения биомолекул внутри клетки; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - разбираться в биохимических и молекулярных механизмах возникновения и протекания различных заболеваний; - определять возможные биомеханизмы для лечения заболеваний или купирования негативного состояния организма, сопутствующего им. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами работы с научно-технической и справочной литературой, а также с электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам, касающимся проблем биохимических и молекулярных механизмов возникновения и протекания различных патологических состояний человеческого организма; - методологическими подходами к выявлению взаимосвязи и причины возникновения заболевания с возможными типовыми патологическими реакциями и процессам, которые данная причина может повлечь; - методами критического анализа и оценки современных научных достижений, при решении исследовательских и практических задач в области молекулярной патофизиологии; - способностью и готовностью к 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	разработке новых материалов биомедицинского направления в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	
Раздел 2. Патологии молекулярных систем управления клеточными процессами	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные внешние и внутренние факторы, которые могут стать причиной патологии; - основные механизмы управления клеточными процессами с помощью химических сигналов и причины нарушения их работы при патологиях; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - разбираться в биохимических и молекулярных механизмах возникновения и протекания различных заболеваний; - определять возможные биомеханизмы для лечения заболеваний или купирования негативного состояния организма, сопутствующего им. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами работы с научно-технической и справочной литературой, а также с электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам, касающимся проблем биохимических и молекулярных механизмов возникновения и протекания различных патологических состояний человеческого организма; - методологическими подходами к выявлению взаимосвязи и причины возникновения заболевания с возможными типовыми патологическими реакциями и процессам, которые данная причина может повлечь; - методами критического анализа и оценки современных научных достижений, при решении исследовательских и практических 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>задач в области молекулярной патофизиологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью и готовностью к разработке новых материалов биомедицинского направления в самостоятельной научно-исследовательской деятельности. 	
Раздел 3. Биохимия иммунитета	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные внешние и внутренние факторы, которые могут стать причиной патологии; - основные принципы и механизмы работы иммунной системы организма, направленные на защиту от внешних и внутренних патогенных факторов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - разбираться в биохимических и молекулярных механизмах возникновения и протекания различных заболеваний; - определять возможные биомеханизмы для лечения заболеваний или купирования негативного состояния организма, сопутствующего им. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами работы с научно-технической и справочной литературой, а также с электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам, касающимся проблем биохимических и молекулярных механизмов возникновения и протекания различных патологических состояний человеческого организма; - методологическими подходами к выявлению взаимосвязи и причины возникновения заболевания с возможными типовыми патологическими реакциями и процессам, которые данная причина может повлечь; - методами критического анализа и оценки современных 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>научных достижений, при решении исследовательских и практических задач в области молекулярной патофизиологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью и готовностью к разработке новых материалов биомедицинского направления в самостоятельной научно-исследовательской деятельности. 	
<p>Раздел 4. Патофизиология нейронов</p>	<p><i>нает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные внешние и внутренние факторы, которые могут стать причиной патологии; - особенности патологических процессов клеток крови и нейронов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - разбираться в биохимических и молекулярных механизмах возникновения и протекания различных заболеваний; - определять возможные биомеханизмы для лечения заболеваний или купирования негативного состояния организма, сопутствующего им. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами работы с научно-технической и справочной литературой, а также с электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам, касающимся проблем биохимических и молекулярных механизмов возникновения и протекания различных патологических состояний человеческого организма; - методологическими подходами к выявлению взаимосвязи и причины возникновения заболевания с возможными типовыми патологическими реакциями и процессам, которые данная причина может повлечь; - методами критического 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>анализа и оценки современных научных достижений, при решении исследовательских и практических задач в области молекулярной патофизиологии;</p> <p>- способностью и готовностью к разработке новых материалов биомедицинского направления в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.</p>	
--	--	--

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
«Биохимические и молекулярные основы патологических процессов»
 основной образовательной программы
 по направлению подготовки
 04.04.01 Химия
 Магистерская программа
 «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Медицинская химия и основы фармакологии»

**Направление подготовки
04.04.01 Химия**

**Магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки
лекарственных средств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.
Авторы программы: к.х.н., доц. Крыщенко Ю.К., к.х.н., доц. Поливанова А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **04.04.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Медицинская химия и основы фармакологии» относится к общей части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической и органической химии, биохимии, а также в области химии биологически активных веществ.

Цель дисциплины – научить студентов разбираться в основах фармакологии и структурного дизайна физиологически активных веществ, то есть видеть взаимосвязь между химической структурой и физиологической активностью, а также решать обратную задачу «структура – свойство» - конструировать необходимые структуры, обладающие заданным свойством.

Задачи дисциплины:

- рассмотрение фармакодинамики препаратов, а именно, взаимодействия с рецепторными системами, краткая характеристика таких систем и некоторых нейромедиаторов;
- изучение вопросов физиологии и патологической биохимии человека, касающихся рассматриваемых в рамках дисциплины классов лекарственных препаратов;
- ознакомление с принципами разработки лекарственных средств.

Дисциплина «Медицинская химия и основы фармакологии» преподается в 3-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины 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				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) - Анализ опыта
		ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах; ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	
		ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	

		практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках		
		ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	<p>ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;</p> <p>ПК-4.2 Знает теоретические основы функционирования живых организмов в норме и при патологии, необходимые для осуществления научных исследований в области биомедицинской химии;</p> <p>ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений;</p> <p>ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.</p>	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- классификацию лекарственных препаратов;
- основные понятия фармакокинетики (введение ЛС, всасывание, распределение, депонирование, метаболизм, выведение);
- основные фармакологические эффекты, понятия метаболит, антиметаболит, определение «рецептор», типы рецепторов и т.д.
- основные подходы для синтеза антиметаболитов;

Уметь:

- работать со специальной литературой: регистром лекарственных средств, Государственной Фармакопеей РФ.

Владеть:

- теоретическими знаниями в области синтеза и анализа фармакологически активных веществ.

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:	1,42	51	38,25
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия	0,48	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,48</i>	<i>17</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	1,58	57	42,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,58	57	42,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение	3	-	1	-	-	2
1.	Общая фармакология	34	4	10	4	4	20
1.1	Фармакокоинетика. Основные понятия	7	1	2	1	1	4
1.2	Метаболизм ксенобиотиков	7	1	2	1	1	4
1.3	Фармакодинамика. Основные понятия	7	1	2	1	1	4
1.4	Нейромедиаторные процессы	7	1	2	1	1	4
1.5	Ферменты и гормоны	6	-	2	-	-	4
2.	Разработка лекарственных средств	10	2	2	2	2	6
3.	Отдельные классы лекарственных средств	42	5	17	5	5	20
3.1	Средства, действующие на нервную систему	10	1	4	1	1	5
3.2	Средства, действующие на сердечно-сосудистую систему	9	1	3	1	1	5
3.3	Хемиотерапевтические противомикробные средства	11,5	1,5	5	1,5	1,5	5
3.4.	Хемиотерапевтические противораковые средства	11,5	1,5	5	1,5	1,5	5
4.	Избранные вопросы современной медицинской химии	17	4	4	4	4	9
	ИТОГО	108	17	34	17	17	57
	Экзамен	36	-	-	-	-	-
	ИТОГО	144	-	-	-	-	-

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет медицинской химии. История развития медицинской химии. Ключевые открытия в медицинской химии и их влияние на развитие медицины и общества в целом. Связь медицинской химии с другими отраслями науки. Общественная значимость фармакологии и фармакологической индустрии. Определение лекарства. Взаимосвязь строения и свойств. Фармакокинетика и фармакодинамика. Токсическая и эффективная дозы. Видовые и возрастные различия.

Раздел 1. Общая фармакология

1.1 Фармакокинетика. Основные понятия. Определение фармакокинетики. Строение прокариотической и эукариотической клеток. Строение клеточных мембран. Адсорбция. Способы введения лекарств в организм, их особенности. Биодоступность. Зависимость биодоступности от лекарственной формы. Пути проникновения веществ в клетку. Мембранные поры, каналы и насосы. Активный и пассивный транспорт. Значение липофильности и ионизации веществ. Распределение и накопление лекарств в органах и тканях. Условия подобия лекарству (правила Липински).

1.2 Метаболизм ксенобиотиков. Лекарства как ксенобиотики. Первая стадия метаболизма ксенобиотиков. Оксигеназы смешанных функций и катализируемые ими процессы функционализации липофильных молекул. Индуцирование оксигеназ химически инертными ксенобиотиками на примере тетрахлордibenзодиксина. Изменение активности веществ в процессе метаболизма. Пролекарства. Вторая стадия метаболизма ксенобиотиков. Сочетание с глюкуроновой кислотой, сульфатом, глутатионом. Роль микрофлоры кишечника в метаболизме ксенобиотиков. Выведение лекарств из организма. Взаимодействие лекарств. Фармакокинетический синергизм и антагонизм.

1.3 Фармакодинамика. Основные понятия. Определение фармакодинамики. Типы рецепторов: ионотропные и метаботропные рецепторы. Локализация рецепторов в клетке. Условия взаимодействия лекарства с рецептором. Значение хиральности молекул. Модели взаимодействия малой молекулы и макромолекулы: «ключ-замок» и индуцированное соответствие. Силы, участвующие во взаимодействии. Нативные лиганды, агонисты, антагонисты, обратные агонисты. Синергизм и антагонизм – фармакодинамический аспект.

1.4 Нейромедиаторные процессы. Процесс распространения и передачи нервного импульса. Значение и принципиальные способы воздействия на процессы передачи нервных импульсов. Ацетилхолин, холинэстераза, типы холинорецепторов. Норадреналин, адренорецепторы, их типы. Эффект стимуляции и блокады, примеры лекарств. Дофамин, дофаминовые рецепторы. Серотонин и его рецепторы. Стимуляторы и антагонисты гистаминовых рецепторов. ГАМК, ее роль. Пептидные нейромедиаторы. Опиатные рецепторы. Опиаты. Естественные антагонисты опиатных рецепторов. Морфин, механизм воздействия, абстинентный синдром. Психологическая зависимость.

1.5 Ферменты и гормоны. Ферментативный катализ. Принцип действия ферментов. Ферменты – определение, классификация, строение, номенклатура. Коферменты. Регуляторные ферменты. Ингибирование ферментов. Обратимое ингибирование, типы обратимого ингибирования. Необратимое ингибирование. Инактивация. Медленное прочное связывание. Метаболиты и антиметаболиты. Ангиотензин-конвертирующий фермент, его роль. Примеры лекарств, действующих на ферментативные системы – обратимые и необратимые ингибиторы. Определение гормонов, разница между гормонами и нейромедиаторами. Железы внутренней секреции. Классификация гормонов. Пептидные гормоны. Инсулин. Сахарный диабет. Аминные гормоны. Адреналин. Тироксин и гормоны щитовидной железы. Дефицит йода. Стероидные гормоны. Глюкокортикоиды и минералокортикоиды.

Раздел 2. Разработка лекарственных средств

Драг-дизайн – определение. История направленного конструирования лекарственных веществ. Основные понятия. Этапы создания лекарства. Определение и валидация мишени. Комбинаторная химия. Скрининг, его виды. Достоинства и недостатки комбинаторного подхода. Поиск новых лекарственных средств в природных источниках. Подход к драг-дизайну на основе природных соединений. Роль вычислительной техники, молекулярный докинг. Клинические испытания. Добровольцы. Вопросы этики в клинических испытаниях. Двойной слепой метод организации испытаний. Стадии клинических испытаний. Вопросы интеллектуальной собственности. стоимость разработки лекарственных средств. Торговые названия. Дженирики. Подделка лекарственных средств.

Раздел 3. Отдельные классы лекарственных средств

3.1 Средства, действующие на нервную систему. Способы классификации лекарственных средств. Классификация по лечебному действию, по строению, по источникам получения. Группы лекарственных средств по Машковскому. Особое положение средств для диагностики. Средства для наркоза: средства для ингаляционного и неингаляционного наркоза. Психотропные лекарственные средства. Нейролептики. Социальная значимость нейролептических препаратов. Успокоительные (анксиолитические) препараты, их основное и побочное действие. Клиническая депрессия и антидепрессанты. Ингибиторы моноаминоксидазы и ингибиторы обратного захвата серотонина. Снотворные средства. Требования, предъявляемые к снотворным средствам. Противосудорожные (противоэпилептические) препараты. Ноотропные препараты. Обезболивающие препараты. Наркотические обезболивающие средства – опиаты и опиоиды. Привыкание, физиологическая зависимость. Ненаркотические обезболивающие средства и нестероидные противовоспалительные препараты. Вещества, возбуждающие нервную систему – интенсификация процессов возбуждения в головном и спинном мозге. Средства для лечения паркинсонизма – холинэргические и дофаминэргические. Рвотные и противорвотные препараты.

Средства, влияющие на холинэргические синапсы. взаимодействие лекарств с М- и Н-холинорецепторами. Вещества, взаимодействующие с адренорецепторами. Альфа-адреномиметики и адреноблокаторы. Бета-адреномиметики и адреноблокаторы. Вещества, взаимодействующие с гистаминовыми рецепторами. Противоаллергические и противоязвенные антигистаминовые препараты. Средства для местной анестезии. Способы применения средств для местной анестезии.

3.2 Средства, действующие на сердечно-сосудистую систему. Классификация средств, действующих на сердечно-сосудистую систему. Кардиотонические средства. Сердечные гликозиды – препараты наперстянки. Опасности, связанные с применением сердечных гликозидов. Синтетические кардиотонические средства. Аритмия. Антиаритмические препараты различных классов. Антигипертензивные препараты. Ингибиторы ангиотензин-конвертирующего фермента. Блокаторы ангиотензиновых рецепторов. Спазмолитики. Мочегонные препараты. Салуретики, калий-сберегающие препараты, осмотические диуретики.

3.3 Хемиотерапевтические противомикробные средства. Различия хемиотерапевтических и фармакодинамических лекарственных средств. Антибактериальные препараты – история появления, общественная значимость. Мишени для воздействия на бактериальную клетку. Антибиотики как природные или полусинтетические антибактериальные препараты. Группы антибиотиков – бета-лактамы, тетрациклины, аминогликозиды, макролиды. Резистентность бактерий к антибиотикам. Причины возникновения резистентности. Перекрестная резистентность. Фармакологические методы борьбы с резистентностью. Ингибиторы бета-лактамаз. Комбинированные препараты. Административные методы борьбы с резистентностью бактерий. Синтетические антибактериальные препараты. Сульфамидные производные.

Синергетический и антагонистический результат совместного применения антибактериальных препаратов. Производные хинолина. Фторхинолоны. Производные нитрофурана. Препараты для лечения туберкулеза. Противовирусные препараты.

3.4 Хемиотерапевтические противораковые средства. Онкологические заболевания как болезни, актуальные для развитых стран. Принципиальные подходы к химиотерапии раковых заболеваний. Классификация противораковых средств. Антипролифератические препараты. Неоангиогенез. Алкиляторы как противораковые средства. Производные бета-хлорэтиламинов. Антиметаболиты. Производные фторурацила. Природные антипролифератические средства. Противораковые антибиотики. Стабилизаторы веретена деления. Топоизомеразы, их ингибирование как способ остановки репликации ДНК. Препараты на основе платины. Плоско-квадратная структура комплексов. Побочные эффекты антипролифератических препаратов.

Раздел 4. Избранные вопросы современной медицинской химии. Вопросы доказательной медицины. Разница в подходе к спорным методикам в различных научных школах. Эффект плацебо и способы его нивелирования. Опасность гомеопатии и иных антинаучных методик. Прионные заболевания, прионы как особый класс инфекционных агентов. Анигипоксанты и антиоксиданты. Иммуносупрессоры и иммуномодуляторы. Основные положения стандартов GLP и GMP (надлежащей лабораторной и производственной практики). Особенности получения лекарственных средств из растительного сырья. Методы установления первичной, вторичной и третичной структуры белков. Жизненный цикл и классификация вирусов. Нобелевские премии по химии за последние годы с точки зрения применения в медицинской химии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
	Знать:					
1	– классификацию лекарственных препаратов;			+	+	
2	– основные понятия фармакокинетики (введение ЛС, всасывание, распределение, депонирование, метаболизм, выведение);	+			+	
3	– основные фармакологические эффекты, понятия метаболит, антиметаболит, определение «рецептор», типы рецепторов и т. д.;	+			+	
4	– основные подходы для синтеза антиметаболитов.		+	+	+	
	Уметь:					
5	– работать со специальной литературой: регистром лекарственных средств, Государственной Фармакопеей РФ.	+	+	+	+	
	Владеть:					
6	– теоретическими знаниями в области синтеза и анализа фармакологически активных веществ.	+	+	+	+	
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				
7	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	+	+	+	+
8	ПК-2 Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1 Проводит поиск специализированной информации в современных профессиональных базах данных и информационных справочных системах;		+		
9		ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).		+		

10	ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов		+		
11	ПК-4 Способен использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии или смежных наук при решении профессиональных задач в области биомедицинской химии	ПК-4.1 Знает методы получения, свойства и механизмы действия физиологически активных веществ различных классов;		+	+	+
12		ПК-4.2 Знает теоретические основы функционирования живых организмов в норме и при патологии, необходимые для осуществления научных исследований в области биомедицинской химии;	+	+	+	+
13		ПК-4.4 Умеет предложить оптимальные способы получения известных синтетических лекарственных препаратов и аналогов природных соединений;		+	+	+
14		ПК-4.6 Владеет комплексными знаниями в области органической, элементоорганической и биомедицинской химии, необходимыми для решения научно-исследовательских и прикладных задач.		+	+	+

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	Фармакокоинетика. Основные понятия	1
2		Метаболизм ксенобиотиков	1
3		Фармакодинамика. Основные понятия	1
4		Нейромедиаторные процессы	1
6	2	Основные принципы процесса разработки лекарственных средств	2
7	3	Средства, действующие на нервную систему	1
8		Средства, действующие на сердечно-сосудистую систему	1
9		Хемиотерапевтические противомикробные средства	1,5
10		Хемиотерапевтические противораковые средства	1,5
11	4	Избранные вопросы современной медицинской химии	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 реферата по индивидуальной тематике;
- подготовку к сдаче экзамена 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 45 баллов), реферата (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Примерный перечень тем рефератов:

Для указанного лекарственного препарата необходимо провести реферативно-аналитическое исследование и подготовить реферат. В реферате должны быть отражены следующие вопросы: история разработки препарата, его основное биологическое действие, применение в медицинской практике, особенности фармакокинетики и фармакодинамики, актуальная схема синтеза действующего вещества, лекарственные формы, в виде которых препарат применяется, спектр побочного действия препарата, особенности метаболизма и выведения.

- 1) Абиратерон
- 2) Ацетаминофен
- 3) Амфетамин
- 4) Атазанавир
- 5) Атенолол
- 6) Бупренофин
- 7) Бупивакаин
- 8) Валсатран
- 9) Галоперидол
- 10) Гидрокортизон
- 11) Дабигатран
- 12) Дарунавир
- 13) Дигоксин
- 14) Доксициклин
- 15) Дулоксетин
- 16) Кетоконазол
- 17) Левотироксин
- 18) Лидокаин
- 19) Лизиноприл
- 20) Метилфенидат
- 21) Мельдоний
- 22) Модафинил
- 23) Остельмавир
- 24) Омепразол
- 25) Оксикодон
- 26) Ралоксифен
- 27) Сальбутамол

- 28) Сальварсан
- 29) Силденафил
- 30) Солифенацин
- 31) Тенофовир
- 32) Талидомид
- 33) Флутиказон
- 34) Флуцитозин
- 35) Фуросемид
- 36) Циклофосфан

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе для первого, третьего и четвертого разделов). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 15 баллов за каждую.

Раздел 1. Общая фармакология. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Медицинская химия – предмет, история развития. Фармакокинетика – определение, общие положения.
2. Взаимосвязь между структурой органического вещества и биологической активностью. Условия подобия лекарству (Правила Липински). Значение оптической активности молекул.
3. Основные процессы, происходящие с веществами в организме (ADME) – общая характеристика.
4. Строение биологических мембран. Пути проникновения химических веществ через мембраны.
5. Метаболизм лекарственных веществ. Пролекарства.
6. Распространение и передача нервного импульса. Нейромедиаторы. Способы влияния на передачу и распространение нервного импульса.

Вопрос 1.2

1. Фармакодинамика – определение, предмет. Рецепторы. Биохимические мишени для лекарственных средств. Связывание лекарства с мишенью.
2. Мишени для разработки лекарственных средств. Виды рецепторов – сходства и различия
3. Агонисты и антагонисты. Различия, сходства, примеры.

Вопрос 1.3.

1. Холинорецепторы. Способы влияния на передачу нервного импульса.
2. Адренорецепторы. Способы влияния на передачу нервного импульса.
3. ГАМК-рецепторный комплекс. Способы влияния на передачу нервного импульса.
4. Гормоны, их роль в организме. Типы гормонов.

Раздел 2. Разработка лекарственных средств. Итоговый контроль по Разделу 2 проводится в форме реферата, максимальная оценка за который составляет 15 баллов.

Раздел 3. Отдельные классы лекарственных средств. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Взаимодействие лекарственных веществ в организме.
2. Ингибирование ферментативных реакций – общие положения. Лекарственные средства, вызывающие обратимое ингибирование.
3. Ингибирование ферментативных реакций – общие положения. Лекарственные средства, вызывающие необратимое ингибирование.

Вопрос 3.2.

1. Фармакодинамические и химиотерапевтические препараты – сходства, различия.
2. Средства, влияющие на центральную нервную систему. Средства для наркоза.
3. Обезболивающие и противовоспалительные средства. Проблема привыкания и зависимости.
4. Психотропные средства. Нейролептики, транквилизаторы, антидепрессанты.
5. Психотропные средства. Ноотропные препараты и стимуляторы ЦНС
6. Снотворные средства.
7. Средства для лечения паркинсонизма. Рвотные и противорвотные препараты.
8. Препараты для местной анестезии. Способы их применения.
9. Вещества, влияющие на холинэргические синапсы.

Вопрос 3.3.

1. Природные и синтетические кардиотонические средства
2. Антиаритмические препараты.
3. Антиангинальные средства. Органические нитраты
4. Ангиотензиновая система и средства, влияющие на нее
5. Спазмолитики и диуретики
6. Принципы воздействия на бактерии. Антибиотики.
7. Принципы воздействия на бактерии. Синтетические антибактериальные препараты.
8. Противовирусные препараты.
9. Препараты для химиотерапии рака.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 5 тестовых вопросов и 5 вопросов, в которых необходимо дать краткий и емкий ответ, тестовые вопросы оцениваются по 1 баллу за вопрос, другие – по 2 балла за вопрос

Вопрос 4.1.

Отметьте верно или неверно утверждение. Утверждение, неверное частично, считать неверным полностью.		Верно	Неверно
1	Химические превращения лекарства зависят от способа введения его в организм		
2	Клинические исследования проводятся исключительно с привлечением добровольцев, по демографическим данным наиболее близких к потенциальным потребителям исследуемого лекарства		
3	Регуляторные центры ферментов могут являться мишенями при разработке лекарств, активные центры – не могут		

4	Необратимые ингибиторы не используются в качестве лекарственных средств		
5	Источником стероидных гормонов является гипоталамус, но не гипофиз		
6	Любой ксенобиотик, попавший в организм, подвергается химическим превращениям		
7	Наибольшее число химических синапсов в человеческом организме являются холинэргическими		
8	Заряженные частицы способны проникать внутрь клетки		
9	Скорость и продолжительность физиологического ответа клетки на воздействие нейромедиатора зависят от типа рецептора		
10	Гормоны могут воздействовать на нейромедиаторные рецепторы		

В вопросах укажите верный ответ (или ответы)

11) К межмолекулярным взаимодействиям относятся:

- А. ион-дипольные взаимодействия
- Б. диполь-дипольные взаимодействия
- В. силы Ван-дер-Ваальса
- Г. водородные связи
- Д. ион-ионные взаимодействия
- Е. π -стэкинг

12) Обязательными компонентами клеточной мембраны являются:

- А. Митохондрии
- Б. ДНК
- В. РНК
- Г. Стероидные соединения
- Д. Ксенобиотики
- Е. Белки

13) Вещества, не воздействующие (напрямую) на постсинаптические рецепторы:

- А. Диоксин
- Б. Никотин
- В. Адреналин
- Г. Норадреналин
- Д. Инсулин
- Е. Гамма-аминомасляная кислота

Вопрос 4.2.

В вопросах дайте краткий ответ

1. Исследование ингибитора *in vitro* подтверждает необратимость ингибирования определенного фермента, но при исследовании того же вещества на лабораторных животных активность этого фермента через некоторое время восстановилась. Дайте объяснение.
2. За счёт какого механизма прохождения вещества сквозь мембрану в клетках щитовидной железы накапливается йод? Дайте объяснение.
3. Опишите принцип воздействия обратного агониста на рецептор.
4. Укажите, каким образом можно повлиять на передачу сигнала возбуждения в химическом синапсе (Перечислите принципиальные подходы)
5. Укажите условия подобия лекарству («правило пяти»). Приведите обоснования.
6. Опишите сходства и различия метаботропных и ионотропных рецепторов.
7. Укажите, к каким группам препаратов относится *амоксциллин*, согласно различным способам классификации лекарственных средств.
8. Какова причина синергического действия триметоприма и сульфамидных

- препаратов?
9. Приведите требования, предъявляемые к снотворным средствам.
 10. В чем различие механизмов действия антидепрессантов первого поколения (ипрониазид) и трициклических антидепрессантов (дезипрамин).
 11. Почему, несмотря на миорелаксирующее действие препаратов для общего наркоза, на практике применяются специальные миорелаксанты?
 12. Перечислите способы применения средств для местной анестезии.
 13. Природные кардиотонические средства – источник, строение, применение, недостатки.
 14. Почему наличие фосфатной группы в противогепатитном препарате софосбувир (Совалди) увеличивает его эффективность?
 15. Опишите возможные подходы к проблеме борьбы с возникновением у бактерий резистентности к антибактериальным препаратам.

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

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

1. Медицинская химия – предмет, история развития. Фармакокинетика – определение, общие положения.
2. Взаимосвязь между структурой органического вещества и биологической активностью. Условия подобия лекарству (Правила Липински). Значение оптической активности молекул.
3. Основные процессы, происходящие с веществами в организме (ADME) – общая характеристика.
4. Строение биологических мембран. Пути проникновения химических веществ через мембраны.
5. Метаболизм лекарственных веществ. Пролекарства.
6. Распространение и передача нервного импульса. Нейромедиаторы. Способы влияния на передачу и распространение нервного импульса.
7. Фармакодинамика – определение, предмет. Рецепторы. Биохимические мишени для лекарственных средств. Связывание лекарства с мишенью.
8. Мишени для разработки лекарственных средств. Виды рецепторов – сходства и различия.
9. Агонисты и антагонисты. Различия, сходства, примеры.
10. Холинорецепторы. Способы влияния на передачу нервного импульса.
11. Адренорецепторы. Способы влияния на передачу нервного импульса.
12. ГАМК-рецепторный комплекс. Способы влияния на передачу нервного импульса.
13. Гормоны, их роль в организме. Типы гормонов.
14. Взаимодействие лекарственных веществ в организме.
15. Ингибирование ферментативных реакций – общие положения.
16. Лекарственные средства, вызывающие обратимое ингибирование.
17. Ингибирование ферментативных реакций – общие положения.
18. Лекарственные средства, вызывающие необратимое ингибирование.
19. Фармакодинамические и химиотерапевтические препараты – сходства, различия.
20. Средства, влияющие на центральную нервную систему. Средства для наркоза.
21. Обезболивающие и противовоспалительные средства. Проблема привыкания и зависимости.
22. Психотропные средства. Нейролептики, транквилизаторы, антидепрессанты.
23. Психотропные средства. Ноотропные препараты и стимуляторы ЦНС.
24. Снотворные средства.

25. Средства для лечения паркинсонизма. Рвотные и противорвотные препараты.
26. Препараты для местной анестезии. Способы их применения.
27. Вещества, влияющие на холинэргические синапсы.
28. Природные и синтетические кардиотонические средства.
29. Антиаритмические препараты.
30. Антиангинальные средства. Органические нитраты.
31. Ангиотензиновая система и средства, влияющие на нее.
32. Спазмолитики и диуретики.
33. Принципы воздействия на бактерии. Антибиотики.
34. Принципы воздействия на бактерии. Синтетические антибактериальные препараты.
35. Противовирусные препараты.
36. Препараты для химиотерапии рака.

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 «Медицинская химия и основы фармакологии» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<p><i>«Утверждаю»</i> Зав. каф. ХТБМП</p> <p>_____ М.С. Ощепков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов
	04.04.01 Химия
	Магистерская программа – «Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»
«Медицинская химия и основы фармакологии», экзамен	
Билет № 1	
<p>1. Фармакодинамика – определение, предмет. Рецепторы. Биохимические мишени для лекарственных средств. Связывание лекарства с мишенью.</p> <p>2. Природные и синтетические кардиотонические средства.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. Коваленко Л.В., Попков С.В. Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность: Учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2012. - 124 с.
2. Попков С.В., Кузенков А.В., Бурдейный М.Л., Захарычев В.В., Дашкин Р.Р.,

Шарипов М.Ю., Ярёмченко И.А. Получение синтетических биологически активных веществ и промежуточных продуктов: учебн. пособие Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 144 с.

3. Граник В.Г. Основы медицинской химии. М: Вузовская книга, 2001. – 384 с. (Базовый учебник).

Б. Дополнительная литература

1. Солдатенков, А. Т. Основы органической химии лекарственных веществ [Текст] / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрик. - М.: Химия, 2001. - 192 с.

2. Люльман Х., Мор К., Хайн Л. Наглядная фармакология / Пер. с нем. - М.: Мир, 2008. – 383 с.

3. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 229 с.

4. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология. М.: МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 237 с. (Базовый учебник).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научные журналы:

- «Journal of medicinal chemistry», ISSN: 0022-2623
- «Medicinal chemistry», ISSN: 1875-6638
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Tetrahedron», ISSN: 0040-4020
- «Tetrahedron Letters», ISSN: 0040-4039
- «Journal of Organic Chemistry», ISSN: 0022-3263
- «Journal of the American Chemistry Society», ISSN: 0002-7863
- «European Journal of Organic Chemistry», ISSN: 1099-069

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 «Медицинская химия и основы фармакологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные 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.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Примечание	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Бессрочная
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное 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. Общая фармакология	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия фармакокинетики (введение ЛС, всасывание, распределение, депонирование, метаболизм, выведение); - основные фармакологические эффекты, понятия метаболит, антиметаболит, определение «рецептор», типы рецепторов и т.д. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - работать со специальной литературой: регистром лекарственных средств, Государственной Фармакопеей РФ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими знаниями в области синтеза и анализа фармакологически активных веществ. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 2. Разработка лекарственных средств	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные подходы для синтеза антиметаболитов <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - работать со специальной литературой: регистром лекарственных средств, Государственной Фармакопеей РФ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими знаниями в области синтеза и анализа фармакологически активных веществ. 	<p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 3. Отдельные классы лекарственных средств	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию лекарственных препаратов; - основные подходы для синтеза антиметаболитов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - работать со специальной литературой: регистром лекарственных средств, Государственной Фармакопеей РФ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими знаниями в области синтеза и анализа фармакологически активных веществ. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 4. Избранные вопросы современной медицинской химии	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию лекарственных препаратов; - основные понятия фармакокинетики (введение ЛС, всасывание, распределение, депонирование, метаболизм, выведение); 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - основные фармакологические эффекты, понятия метаболит, антиметаболит, определение «рецептор», типы рецепторов и т.д. - основные подходы для синтеза антиметаболитов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - работать со специальной литературой: регистром лекарственных средств, Государственной Фармакопеей РФ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими знаниями в области синтеза и анализа фармакологически активных 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 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
«Медицинская химия и основы фармакологии»

основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.04.01 Химия
магистерская программа
«Биомедицинская химия и разработка систем адресной доставки лекарственных средств»

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
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 20:01:2026 20:32:33