

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы токсикологии и токсикология биоматериалов»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором, профессором кафедры биоматериалов М.И. Штильманом и д.х.н., профессором кафедры биоматериалов А.А. Артюховым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов «12» мая 2025г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Биоматериалов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Основы токсикологии и токсикология биоматериалов**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии.

Цель дисциплины – ознакомление магистрантов с представлениями об основных составляющих токсичности и о современных подходах в оценке риска неблагоприятных последствий воздействия токсикантов на здоровье человека и животных.

Задачи дисциплины – приобретение обучающимися необходимого комплекса компетенций, знаний, умений и навыков, позволяющих анализировать влияние различных факторов токсического воздействия на биологические системы.

Дисциплина «**Основы токсикологии и токсикология биоматериалов**» 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**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ООП)
ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; - подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов; - математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований; - составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;

	технических отчетов		
ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) В/01.7 Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Проведение научных исследований в области разработки методов синтеза новых биоматериалов
ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) В/02.7 Проектирование инновационных биотехнических систем и технологий	Анализ и обобщение данных для проведения научных исследований в области разработки лабораторных и технологических процессов синтеза полимеров медико-биологического назначения

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- понятия, определения и термины, используемые в токсикологии;
- классификацию токсических агентов и этапы воздействия токсических веществ на организм, а также количественные методы оценки токсичности и механизмы действия некоторых токсических веществ.

Уметь:

- проводить качественную и количественную оценку токсичности веществ;
- прогнозировать природу токсического воздействия веществ заданного строения, а также работать с литературой в области токсикологии.

Владеть:

- современными теоретическими представлениями токсикологии, аппаратом качественной и количественной оценки токсичности, сведениями о токсичности наиболее широко распространенных веществ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,22	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,72	26	19,5
Самостоятельная работа	1,06	38	28,5
Самостоятельное освоение разделов дисциплины	1,06	38	28,5
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение в токсикологию. «Воздействие и эффект»	16	2	8	6
1.1	Введение	8	1	4	3
1.2	Классификация токсических веществ. Воздействие и эффект	8	1	4	3
2.	Раздел 2. Пребывание ксенобиотиков в организме	28	3	9	16
2.1	Абсорбция, перераспределение, биотрансформация	13	1	4	8
2.2	Количественные показатели токсичности	15	2	5	8
3.	Раздел 3. Механизмы токсичности	28	3	9	16
3.1	Оценка риска токсических эффектов	13	1	4	8
3.2	Токсические агенты и механизмы токсичности	15	2	5	8
	ИТОГО	72	8	26	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в токсикологию. «Воздействие и эффект».

1.1. Введение. Токсикология как наука: предмет, область. Краткая история развития токсикологии. Связь с другими биомедицинскими науками. Основные понятия. Основные уровни токсикологических исследований. Основные разделы токсикологии: описательная, «механистическая» и нормативная.

1.2. Классификация токсических веществ. Воздействие и эффект. Классификация токсических агентов. Воздействие, его характеристики (путь, продолжительность, частота, доза [эффективная ED50, ED99, токсическая, смертельная, LD50, LD99], безопасный интервал). Эффект (виды токсических эффектов [аллергические и идиосинкратические реакции, немедленная и отдаленная, обратимая и необратимая токсичность, устойчивость]). Связь дозы с эффектом. Вариабельность эффекта (индивидуальная и видовая). Основные конечные проявления токсичности – острая и хроническая системная токсичность, эмбриональная и репродуктивная токсичность, генотоксичность/мутагенность, экотоксичность, экологическая гибель.

Раздел 2. Пребывание ксенобиотиков в организме.

2.1. Абсорбция, перераспределение, биотрансформация. Пребывание токсического агента в организме: Абсорбция, распределение, воздействие на мишень, биотрансформация, экскреция/реабсорбция. Биотрансформация как ключевой этап. Ферменты, участвующие в метаболизме токсикантов, их функциональное сопряжение. Снижение и усиление токсичности в результате биотрансформации. Основные свойства ферментов биотрансформации токсикантов (межвидовые различия, множественность форм, перекрывающаяся субстратная специфичность, органная специфика в композиции индивидуальных форм, изменение активности в онтогенезе, индуцибельность, генетический полиморфизм, этнические особенности). Связь свойств ФБК с межиндивидуальными различиями в выраженности эффекта токсического воздействия. Механизмы взаимодействия токсиканта с мишенью как основа токсических эффектов. Токсичность на клеточном уровне. Повреждение репарации как завершающий этап токсичности.

2.2. Количественные показатели токсичности. Токсикокинетика, основные количественные показатели (клиренс, период полувыведения, площадь под кривой, константы абсорбции, распределения и элиминации). Токсикодинамика. Факторы индивида и факторы среды, влияющие на токсикокинетику.

Раздел 3. Механизмы токсичности

3.1. Оценка риска токсических эффектов. Идентификация опасности – оценка токсичности токсикантов. Методы: оценка взаимосвязи между структурой и токсичностью, быстрые тесты *in vitro*, оценки с использованием экспериментальных животных, эпидемиологические исследования связи между воздействием токсиканта и развитием конечного эффекта (болезни, проявления).

Количественная характеристика риска – оценка связи доза-эффект, наличия и отсутствия порога, индивидуальной подверженности, неопределенности. Эпидемиологические подходы в оценке риска. Классический эпидемиологический подход: основные типы организации исследований, их достоинства и недостатки, показатели индивидуального и популяционного риска. Молекулярно-эпидемиологический подход: маркеры воздействия, эффекта, предрасположенности и ранних проявлений.

3.2. Токсические агенты и механизмы токсичности. Токсические агенты. Пестициды. Промышленные загрязнители окружающей среды. Токсичные компоненты растений и пищи. Токсичность лекарств Механизмы токсичности. Подавление токсичности. Органы - мишени токсических воздействий. Кровь и органы кроветворения. Иммунная система. Эндокринная система. Сердечно-сосудистая система. Органы дыхания. Печень. Почки. Центральная нервная система. Кожа. Репродуктивная система.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– понятия, определения и термины и используемые в токсикологии;	+	+	+
2	– классификацию токсических агентов и этапы воздействия токсических агентов на организм, а также количественные методы оценки токсичности и механизмы действия некоторых токсических веществ.	+	+	+
	Уметь:			
3	– проводить качественную и количественную оценку токсичности веществ;		+	+
4	– прогнозировать природу токсического воздействия веществ заданного строения, а также работать с литературой в области токсикологии.	+		+
	Владеть:			
5	– современными теоретическими представлениями токсикологии, аппаратом качественной и количественной оценки токсичности, сведениями о токсичности наиболее широко распространенных веществ.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные</u> компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
6	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования		

7	ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	<p>ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов</p> <p>ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов</p> <p>ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов</p>	+	+	+
8	ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	<p>ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам</p> <p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров</p>	+	+	+
9	ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения	<p>ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения</p> <p>ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения</p> <p>ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов</p>	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Введение. Терминология	4
2	1.2	Классификация токсических веществ. Воздействие и эффект	4
3	2.1	Абсорбция, перераспределение, биотрансформация	4
4	2.2	Количественные показатели токсичности	5
5	3.1	Оценка риска токсических эффектов	4
6	3.2	Токсические агенты и механизмы токсичности	5

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой;

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов), итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена учебным планом.

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 100 баллов, за контрольные работы 1 и 2 – по 30 баллов за каждую, за контрольную работу 3 – 40 баллов.

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

Вопрос 1.1.

1. Основные виды токсических эффектов.
2. Показатели, характеризующие связь «доза-ответ».
3. Основные результаты тестов на субхроническую токсичность.

Вопрос 1.2.

1. Определите понятие LD50.
2. Основные процедуры токсикологического тестирования.
3. Основные признаки, по которым классифицируют яды.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Сформулируйте понятие «disposition».
2. Виды пассивного транспорта токсикантов.
3. Приведите примеры систем активного транспорта в желудочно-кишечном тракте.

Вопрос 2.2.

1. Сформулируйте понятие абсорбция.
2. Коэффициент распределения «липид-вода», влияние на абсорбцию.
3. Дайте относительную оценку скорости абсорбции аминокислот в верхнем, среднем и нижнем кишечнике.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 20 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Признаки обусловленной каталитическим механизмом (mechanism-based) инактивации цитохромов P450.
2. Основные эндогенные субстраты цитохромов P450.
3. Варианты мутаций генов ферментов метаболизма токсикантов.

Вопрос 3.2.

1. Коферменты реакций конъюгации.
2. Основные составляющие межвидовых различий ферментативной системы метаболизма токсикантов.
3. Индукторы глутатион S-трансфераз.

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

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Хабриев Р.У., Калетина Н.И. Токсикологическая химия. М., «Геотар-медиа». 2010. 747 с.

Б. Дополнительная литература

1. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения / ред. М. И. Штильман. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Биохимия» ISSN 0320-9725

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (*при необходимости*):

- <http://e.lanbook.com>
- <http://lib.muctr.ru/>
- <http://www2.viniti.ru/>
- <http://elibrary.ru>
- <http://www.scopus.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации для проведения некоторых аудиторных занятий;
- раздаточный иллюстративный материал для проведения некоторых аудиторных занятий.

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

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 02.03.2023).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 02.03.2023).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 02.03.2023).

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

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 02.03.2023).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 02.03.2023).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 02.03.2023).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 716 243 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Основы токсикологии и токсикология биоматериалов*» проводятся в форме контактной (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в токсикологию. «Воздействие и эффект»	<i>Знает:</i> – понятия, определения и термины, используемые в токсикологии; – классификацию токсических агентов и этапы воздействия токсических агентов на организм, а также количественные методы оценки токсичности и механизмы действия некоторых токсических веществ. <i>Умеет:</i> – прогнозировать природу токсического воздействия веществ заданного строения, а также работать с литературой в области токсикологии. <i>Владеет:</i> – современными теоретическими представлениями токсикологии, аппаратом качественной и количественной оценки токсичности, сведениями о токсичности наиболее широко распространенных веществ.	Оценка за контрольную работу №1
Раздел 2. Пребывание ксенобиотиков в организме	<i>Знает:</i> – понятия, определения и термины, используемые в токсикологии; – классификацию токсических агентов и этапы воздействия токсических агентов на организм, а также количественные методы оценки токсичности и механизмы действия некоторых токсических веществ. <i>Умеет:</i> – прогнозировать природу токсического воздействия веществ заданного строения, а также работать с литературой в области токсикологии. <i>Владеет:</i> – современными теоретическими	Оценка за контрольную работу №2

	представлениями токсикологии, аппаратом качественной и количественной оценки токсичности, сведениями о токсичности наиболее широко распространенных веществ.	
Раздел 3. Механизмы токсичности	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – понятия, определения и термины, используемые в токсикологии; – классификацию токсических агентов и этапы воздействия токсических агентов на организм, а также количественные методы оценки токсичности и механизмы действия некоторых токсических веществ. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать природу токсического воздействия веществ заданного строения, а также работать с литературой в области токсикологии. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современными теоретическими представлениями токсикологии, аппаратом качественной и количественной оценки токсичности, сведениями о токсичности наиболее широко распространенных веществ. 	Оценка за контрольную работу №3

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы токсикологии и токсикология биоматериалов»**

**основной образовательной программы
18.04.01 Химическая технология**

Магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов
химической технологии»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., профессор кафедры биоматериалов А.А. Артюхов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8
от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» относится к дисциплинам по обязательной части учебного плана (Б1.О.05) и рассчитана на изучение в 1 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин естественнонаучного цикла, в том числе математики, физики, химических дисциплин.

Целью дисциплины является овладение обучающимися компетенциями и общее ознакомление с химическими производствами, рассмотрение общих проблем синтеза и анализа химических производств с целью создания высокоэффективных ресурсосберегающих производств.

Опираясь на знания, полученные в ходе изучения дисциплин естественнонаучного цикла, а также «Процессы и аппараты химической технологии», программа предусматривает получение знаний в области создания химических производств. Освоение дисциплины «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» необходимо студентам, обучающимся по магистерской программе «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения» в виду наличия тесной взаимосвязи между разработкой полимерных биоматериалов и организацией их производства. В целом дисциплина «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения» тесно связана с дисциплинами «Технология биоматериалов», «Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения» и «Применение полимеров медико-биологического назначения».

Задача дисциплины – состоит в овладении магистрами комплексом компетенций, позволяющих создавать высокоэффективные ресурсосберегающие производства и учитывать различные аспекты, связанные с технологией и аппаратурным оформлением химических процессов, на стадии разработки полимерных биоматериалов.

Дисциплина «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» преподается во 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:**

Профессиональные компетенции:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ПООП)
ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и	ОПК-3.1 Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам данного направления подготовки на рынке	- проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и

<p>электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.</p>	<p>ОПК-3.2 Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля ОПК-3.3 Знает современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности ОПК-3.4 Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля ОПК-3.5 Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием ОПК-3.6 Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов ОПК-3.7 Умеет находить нестандартные решения задач технологического и</p>	<p>труда, обобщение зарубежного опыта, проведение консультаций с ведущими работодателями отрасли, в которой востребованы выпускники данного направления подготовки.</p>	<p>разработок как коммерческой тайны предприятия.</p>
--	--	---	---

	<p>аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля</p> <p>ОПК-3.8 Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов</p> <p>ОПК-3.9 Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование</p> <p>ОПК-3.10 Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности</p> <p>ОПК-3.11 Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля</p>		
--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные понятия общей, органической и физической химии: химическое равновесие, закон действующих масс, зависимость константы равновесия от температуры, скорость химической реакции, влияние температуры на скорость химической реакции, энергия активации.
- основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, математических методов решения профессиональных задач;

- основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов химических реакторов, способы поддержания оптимального температурного режима, причины отклонения от идеальности в реальных реакторах;
- основные закономерности гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессов, влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта, способы их интенсификации;

Уметь:

- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей, органической и физической химии, химии полимеров для решения профессиональных задач;
- использовать способы и приемы построения технологических схем;
- развивать инженерное мышление и эрудицию при анализе процесса в химическом реакторе и производстве в целом

Владеть:

- современными представлениями в области разработки, синтеза и практического производства полимерных биоматериалов;
- теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров;
- методами проведения физико-химических измерений

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
Лекции	0,48	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	0,59	21,4	16,05
Контактная самостоятельная работа	0,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		21	15,75
Вид контроля:	Экзамен (35,6)		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	35,6	26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

4.1. Разделы программы и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
		1 семестр			
	Раздел 1. Основные определения и положения.	27	6	12	9
1.1	Химическое производство	9	2	4	3
1.2	Структура химического производства	9	2	4	3
1.3	Качественные и количественные показатели	9	2	4	3

	эффективности химического производства				
	Раздел 2. Химическое производство - химико-технологическая система (ХТС).	24	6	12	6
2.1	Структура химико-технологической системы.	12	3	6	3
2.2	Технико-экономические показатели химического производства	12	3	6	3
	Раздел 3. Подсистемы химического производства. Анализ типовых примеров химико-технологических процессов.	21	5	10	6
3.1	Подсистемы химического производства	12	3	6	3
3.2	Анализ типовых примеров химико-технологических процессов	9	2	4	3
	Экзамен	35,6			
	Итого:	108	17	34	21

4.2. Содержание разделов программы

Раздел 1. Основные определения и положения.

1.1 Химическое производство.

Развитие химических производств и химической технологии синтетических и природных полимеров, в том числе полимеров медико-биологического назначения. Химическое производство. Понятие о химическом производстве как о системе соединенных потоками машин и аппаратов, в которых осуществляется взаимосвязанные химические превращения и физические процессы переработки сырья в продукты. Химическое производство как функциональная единица промышленности и ее химических отраслей. Общие функции (многофункциональность) химического производства.

1.2 Структура химического производства.

Общая технологическая структура химического производства. Основные операции в химическом производстве - подготовка сырья, химические и физико-химические превращения, выделение продуктов, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление производством. Основные технологические компоненты - сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукт, отходы, энергетические ресурсы, оборудование и приборы.

1.3 Качественные и количественные показатели эффективности химического производства.

Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии. Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда. Эксплуатационные показатели - надежность и безопасность функционирования системы, управляемость. Иерархическая организация процессов в химическом производстве

Раздел 2 . Химическое производство - химико-технологическая система (ХТС).

2.1 Структура химико-технологической системы.

Химическое производство как химико-технологическая система. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы, - и их реализация в химическом производстве (процессы в аппаратах и машинах, потоки). Элементы ХТС. Их классификация по виду процессов и назначение (механические, гидравлические, массообменные, тепловые, химические, элементы управления). Многофункциональные элементы. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл). Описание ХТС. Виды моделей ХТС. Системный подход при синтезе и анализе ХТС. Свойства ХТС как системы. Анализ ХТС.

2.2 Технико-экономические показатели химического производства.

Материальные и энергетические балансы. Анализ работоспособности ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Основные концепции построения ХТС. Их содержание и способы реализации: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

Раздел 3. Подсистемы химического производства. Анализ типовых примеров химико-технологических процессов.

3.1 Подсистемы химического производства

Подсистема водоподготовки. Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Промышленная водоподготовка: основные стадии и методы очистки воды от примесей. Организация водооборота на химическом предприятии. Энергетическая подсистема ХТС. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Источники энергии в химическом производстве. Рациональное использование энергии. Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Сырьевая подсистема ХТС. Характеристика и классификация сырья. Вторичные материальные ресурсы.

3.2 Анализ типовых примеров химико-технологических процессов

Производство полиэтилена низкой, высокой и средней плотности. Выделение пектинов традиционным и биотехнологическим методом.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	<i>Знать:</i>				
1	основные понятия общей, органической и физической химии: химическое равновесие, закон действующих масс, зависимость константы равновесия от температуры, скорость химической реакции, влияние температуры на скорость химической реакции, энергия активации	+	+		
2	основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, математических методов решения профессиональных задач	+	+	+	
3	основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов химических реакторов, способы поддержания оптимального температурного режима, причины отклонения от идеальности в реальных реакторах		+		
4	основные закономерности гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессов, влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта, способы их интенсификации;		+	+	
	<i>Уметь:</i>				
5	использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей, органической и физической химии, химии полимеров для решения профессиональных задач;	+	+	+	
6	использовать способы и приемы построения технологических схем;	+	+	+	
7	развивать инженерное мышление и эрудицию при анализе процесса в химическом реакторе и производстве в целом;	+	+	+	
	<i>Владеть:</i>				
8	современными представлениями в области разработки, синтеза и практического производства полимерных biomaterialов;	+	+	+	
9	теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров;			+	
10	методами проведения физико-химических измерений	+			
<i>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
11	ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать	ОПК-3.1 Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности ОПК-3.2 Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля ОПК-3.3 Знает современные	+	+	+

параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.	<p>требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности</p> <p>ОПК-3.4 Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля</p> <p>ОПК-3.5 Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием</p> <p>ОПК-3.6 Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов</p> <p>ОПК-3.7 Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля</p> <p>ОПК-3.8 Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов</p> <p>ОПК-3.9 Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование</p> <p>ОПК-3.10 Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности</p> <p>ОПК-3.11 Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля</p>			
--	---	--	--	--

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов
1.1	Химическое производство	4

1.2	Структура химического производства	4
1.3	Качественные и количественные показатели эффективности химического производства	4
2.1	Структура химико-технологической системы	6
2.2	Технико-экономические показатели химического производства	6
3.1	Подсистемы химического производства	6
3.2	Анализ типовых примеров химико-технологических процессов	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 21 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Первый семестр

Раздел 1.

1. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства?
2. Какие критерии относятся к технологическим критериям эффективности химического производства?
3. Понятие степени превращения реагента.
4. Понятие выхода продукта.
5. Понятие интегральной селективности процесса.

6. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых (обратимых) сложных (простых) реакций?

Раздел 2.

1. Что является элементом ХТС?
2. Классификация элементов ХТС.
3. Характеристика механических элементов ХТС.
4. Характеристика теплообменных элементов ХТС.
5. Характеристика реакционных элементов ХТС.
6. Характеристика элементов управления ХТС.
7. Характеристика рециклов.
8. Какой вид связи относится к замкнутым системам?
9. Классификация моделей ХТС.
10. Характеристика моделей ХТС.
11. Укажите технологический оператор межфазного массообмена, (теплообмена, смешения и др.).
12. Укажите принцип синтеза ХТС, используемый при разработке научных основ создания химического производства.
13. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?
14. Какой прием не используется при синтезе ХТС для реализации концепции оптимального использования сырьевых ресурсов? (оптимального использования энергии; эффективного использования оборудования; минимизации отходов).

Раздел 3.

1. Показатели качества воды, что характеризуют, как определяются?
2. Методы удаления из воды крупнодисперсных взвешенных частиц; мелкодисперсных взвешенных частиц; коллоидных частиц; газов.
3. Методы обессоливания воды.
4. Обратный осмос (электродиализ)
5. Какие иониты используются для обессоливания воды
6. Какие вещества применяют для регенерации катионитов
7. Понятие дезинфекции, ее отличие от стерилизации
8. Методы дезинфекции воды.
9. Какой источник энергии относится к возобновляемым (невозобновляемым) энергоресурсам?
10. Что относится к вторичным энергетическим ресурсам?
11. Анализ построения технологической схемы производства полиэтилена низкой плотности в трубчатом реакторе
12. Анализ построения технологической схемы производства полиэтилена низкой плотности в автоклаве
13. Анализ построения технологической схемы производства полиэтилена высокой плотности
14. Анализ построения технологической схемы производства пектина кислотным способом
15. Анализ построения технологической схемы биотехнологического выделения пектина с использованием ферментативных систем с ультрафильтрационным отделением продукта

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства.
2. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых реакций?

3.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Классификация элементов ХТС.
2. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Методы обессоливания воды.
2. Анализ построения технологической схемы биотехнологического выделения пектина с использованием ферментативных систем с ультрафильтрационным отделением продукта.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

8.3. Примеры контрольных вопросов для экзамена

1. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства?
2. Какие критерии относятся к технологическим критериям эффективности химического производства?
3. Понятие степени превращения реагента.
4. Понятие выхода продукта.
5. Понятие интегральной селективности процесса.
6. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых (обратимых) сложных (простых) реакций?
7. Что является элементом ХТС?
8. Классификация элементов ХТС.
9. Характеристика механических элементов ХТС.
10. Характеристика теплообменных элементов ХТС.
11. Характеристика реакционных элементов ХТС.
12. Характеристика элементов управления ХТС.
13. Характеристика рециклов.
14. Какой вид связи относится к замкнутым системам?
15. Классификация моделей ХТС.
16. Характеристика моделей ХТС.
17. Укажите технологический оператор межфазного массообмена, (теплообмена, смешения и др.).
18. Укажите принцип синтеза ХТС, используемый при разработке научных основ создания химического производства.
19. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?

20. Какой прием не используется при синтезе ХТС для реализации концепции оптимального использования сырьевых ресурсов? (оптимального использования энергии; эффективного использования оборудования; минимизации отходов).
29. Показатели качества воды, что характеризуют, как определяются?
30. Методы удаления из воды крупнодисперсных взвешенных частиц; мелкодисперсных взвешенных частиц; коллоидных частиц; газов.
31. Методы обессоливания воды.
32. Обратный осмос (электродиализ)
33. Какие иониты используются для обессоливания воды
34. Какие вещества применяют для регенерации катионитов
35. Понятие дезинфекции, ее отличие от стерилизации
36. Методы дезинфекции воды.
37. Какой источник энергии относится к возобновляемым (невозобновляемым) энергоресурсам?
38. Что относится к вторичным энергетическим ресурсам?
39. Анализ построения технологической схемы производства полиэтилена низкой плотности в трубчатом реакторе
40. Анализ построения технологической схемы производства полиэтилена низкой плотности в автоклаве
41. Анализ построения технологической схемы производства полиэтилена высокой плотности
42. Анализ построения технологической схемы производства пектина кислотным способом
43. Анализ построения технологической схемы биотехнологического выделения пектина с использованием ферментативных систем с ультрафильтрационным отделением продукта

8.4. Пример экзаменационной работы

1. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?
2. Анализ построения технологической схемы биотехнологического выделения пектина с использованием ферментативных систем с ультрафильтрационным отделением продукта.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Основная литература

1. Кутепов А.М. Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. - Общая химическая технология: Учебник для вузов / - М.: ИКЦ "Академкнига", 2003. — 528 с.
2. Коршак В.В. Химическая технология пластмасс / - М.: Химия, 1985. — 560 с.
3. Штильман М.И. Технология полимеров медико-биологического назначения / М. : Бином, 2015. - 328 с.

Дополнительная литература

1. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии, Учебник для вузов / М.: Химия, 1999. - 472 с
2. Расчеты химико-технологических процессов. Под редакцией Мухленова И.П. / Л., Химия, 1982. -248 с.
3. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения / - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
-------	------------------------------------	-----------------------------	---------------------	----------------------------------

1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
---	--	---------------------------------------	--	--

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
2 семестр		
Раздел 1. Гибкость макромолекул	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия общей, органической и физической химии: химическое равновесие, закон действующих масс, зависимость константы равновесия от температуры, скорость химической реакции, влияние температуры на скорость химической реакции, энергия активации; • основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, математических методов решения профессиональных задач; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей, органической и физической химии, химии полимеров для решения профессиональных задач; • использовать способы и приемы построения технологических схем; • развивать инженерное мышление и эрудицию при анализе процесса в химическом реакторе и производстве в целом. 	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)

	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области разработки, синтеза и практического производства полимерных биоматериалов; • методами проведения физико-химических измерений 	
<p>Раздел 2. Полимерные тела: аморфное и кристаллическое состояние полимеров.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия общей, органической и физической химии: химическое равновесие, закон действующих масс, зависимость константы равновесия от температуры, скорость химической реакции, влияние температуры на скорость химической реакции, энергия активации; • основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, математических методов решения профессиональных задач; • основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов химических реакторов, способы поддержания оптимального температурного режима, причины отклонения от идеальности в реальных реакторах; • основные закономерности гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессов, влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта, способы их интенсификации <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей, органической и физической химии, химии полимеров для решения профессиональных задач; • использовать способы и приемы 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр)</p>

	<p>построения технологических схем;</p> <ul style="list-style-type: none"> • развивать инженерное мышление и эрудицию при анализе процесса в химическом реакторе и производстве в целом <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области разработки, синтеза и практического производства полимерных биоматериалов; 	
<p>Раздел 3. Релаксационные состояния полимеров.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, математических методов решения профессиональных задач; • основные закономерности гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессов, влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта, способы их интенсификации; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей, органической и физической химии, химии полимеров для решения профессиональных задач; • использовать способы и приемы построения технологических схем; • развивать инженерное мышление и эрудицию при анализе процесса в химическом реакторе и производстве в целом <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области разработки, синтеза и практического производства полимерных биоматериалов; • теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров; 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр)</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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология биоматериалов»

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Магистерская программа

«Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., профессор, профессор Кафедры биоматериалов М.И. Штильман

д.х.н., профессор Кафедры биоматериалов А.А. Артюхов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8
от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Технология биоматериалов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана (Б1.В.ДВ.02.01) и рассчитана на изучение в 2 и 3 семестрах. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин химического и полимерного профиля.

Целью дисциплины является приобретение обучающимися знаний и компетенций в области технологии производства полимеров, в том числе используемых в медицине, а также неорганических биоматериалов, и позволяющих решать задачи, связанные с получением, выделением, очисткой и оценкой качества.

Опираясь на знания, полученные в ходе изучения дисциплин «Химия высокомолекулярных соединений» и «Применение полимеров медико-биологического назначения», программа предусматривает получение знаний в области технологии биоматериалов.

Задача дисциплины – получение магистрантами современных знаний по вопросам промышленного производства полимеров с использованием методов полимеризации, поликонденсации и полимераналогичных превращений, о сырьевых источниках для получения мономеров для синтетических полимеров и полимеров природного происхождения:

- рассмотрение современного типового и специального оборудования для производства, выделения и очистки полимеров в современных технологических процессах;
- развитие навыков анализа технологических параметров процесса с точки зрения их эффективности и моделирования основных характеристик полимерных продуктов;
- формирование умения магистрантов разрабатывать правильные подходы к совершенствованию имеющихся и созданию новых улучшенных технологий получения полимерных продуктов с нужным комплексом свойств.

Дисциплина «Технология биоматериалов» преподается в 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ПООП)
ПК-1 Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей	ПК-1.1 Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей, задач и ресурсов проведения НИОКР ПК-1.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок ПК-1.3 Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам данного направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведение консультаций с ведущими работодателями отрасли, в которой востребованы выпускники данного направления подготовки.	- проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.
ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов; - математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований; - составление отчета по выполненному

	эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов		заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико- биологического назначения	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико- биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико- биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно- исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) В/02.7 <i>Проектирование инновационных биотехнических систем и технологий</i>	Анализ и обобщение данных для проведения научных исследований в области разработки лабораторных и технологических процессов синтеза полимеров медико- биологического назначения

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией.
- Особенности выделения и очистки природных полимеров из растительных и животных субстратов.
- Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых полимерных продуктов.
- Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования.
- Правила международной сертификации производства и контроля качества полимерных материалов.
- Представления о технологии производства и свойствах неорганических и углеродных биоматериалах.

Уметь:

- Описать важнейшие способы производства и выделения синтетических и природных полимеров.
- Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов.
- Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта.
- Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов.

Владеть:

современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	2	72	5	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	153	1,42	51	2,83	102
Лекции	1,42	51	0,47	17	0,95	34
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102	0,95	34	1,89	68
Самостоятельная работа	1,75	63	0,58	21	1,17	42
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,75	63	0,58	21	1,17	42
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4				0,4
Подготовка к экзамену		35,6				35,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астрон. ч.	ЗЕ	Астр. оном. ч.	ЗЕ	Астроном. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	2	54	5	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	114,75	1,42	38,25	2,83	76,5
Лекции	1,42	38,25	0,47	12,75	0,95	25,5
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5	0,95	25,5	1,89	51
Самостоятельная работа	1,75	47,25	0,58	15,65	1,17	31,5

Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,75	47,25	0.58	15,65	1.17	31,5
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3				0,3
Подготовка к экзамену		26,7				26,7
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№№ раздела	Темы дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самост. работа
	2 семестр				
	Раздел 1. Правила производства и контроля качества веществ, средств и материалов медицинского назначения	19	3	6	10
1.1	Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств	2	1		1
1.2	Управление качеством	2	1		1
1.3	Персонал	2	1		1
1.4	Документация	3		2	1
1.5	Производство	3		2	1
1.6	Контроль качества	2		1	1
1.7	Валидация	5		1	4
	Раздел 2. Введение	4	1	2	1
2.1	Возникновение и развитие производства полимеров	2	1	1	
2.2	Методы синтеза и свойства полимеров	2		1	1
	Раздел 3. Синтетические полимеры (Полимеризационные полимеры)	34	8	16	10
3.1	Способы проведения полимеризации	4	1	2	1
3.2	Организация полимеризации в промышленности	4	1	2	1
3.3	Полимеризация в массе (блоке)	4	1	2	1
3.4	Примеры производства блочным методом, на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях	4	1	2	1
3.5	Полимеризация в растворе	4	1	2	1
3.6	Примеры производства полимеризацией в растворе, на примере полимеров, находящихся	4	1	2	1

	применение в медико-биологических областях				
3.7	Полимеризация в эмульсии	5	1	2	2
3.8	Полимеризация в суспензии	5	1	2	2
	Раздел 4. Синтетические полимеры (Поликонденсационные полимеры)	35	5	10	20
4.1	Неравновесные ступенчатые процессы	8	1	2	5
4.2	Примеры производств с использованием неравновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях	8	1	2	5
4.3	Равновесная поликонденсация	8	1	2	5
4.4	Примеры производств с использованием равновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях	11	2	4	5
	3 семестр				
	Раздел 5. Получение полимеров химической модификацией	49	11	22	16
5.1	Общие закономерности и особенности реакций полимеров	14	3	6	5
5.2	Примеры производств с использованием процессов модификации на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях	17	4	8	5
5.3	Общие сведения о производстве многотоннажных полимеров общего назначения	18	4	8	6
	Раздел 6. Природные и искусственные полимеры	46	11	22	13
6.1	Полисахариды растительного происхождения	10	2	4	4
6.2	Полисахариды микробного и животного происхождения	12	3	6	3
6.3	Белки	12	3	6	3
6.4	Микробные полиэфиры	12	3	6	3
	Раздел 7. Неорганические и углеродные биоматериалы	49	12	24	13
7.1	Общие требования к неорганическим биоматериалам	10	2	4	4
7.2	Биоматериалы на основе стекол	10	2	4	4

7.3	Биоматериалы на основе керамики	7	2	4	1
7.4	Кальций-фосфатные биоцементы (КФБЦ)	11	3	6	2
7.5	Биоматериалы на основе углерода	11	3	6	2
	Подготовка к экзамену	36			
	Итого	252	51	102	63

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЕЩЕСТВ, СРЕДСТВ И МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1.1. Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств

Международные правила организации производства и контроля качества лекарственных средств и средств медицинского назначения (GMP - Good Manufacturing Practice for Medicinal Products), GLP, GCP, ICH, WHO, PIC/S. Правила Европейского союза, США, Российской Федерации. ГОСТ Р 52249-2004 Правила производства и контроля качества лекарственных средств.

1.2. Управление качеством

Основные требования к производству и контролю качества. Сравнение требований системы менеджмента качества GMP и ИСО 9000.

1.3. Персонал.

Принципы организации работы персонала. Должностные обязанности сотрудников. Проведение обучения. Организация образовательной системы предприятия. Направленность и методическое обеспечение обучения. Виды и формы обучения.

1.4. Документация

Основные документы предприятия: спецификации, промышленные регламенты, инструкции, методики, стандартные операционные процедуры, протоколы, журналы. Назначение документации, ее описание, требования к оформлению.

Государственная Фармакопея СССР изд.11, Европейская Фармакопея, Американская фармакопея. Нормативные документы: фармакопейные статьи. Процедура регистрации лекарственных средств в Российской Федерации.

1.5. Производство

Помещения и оборудование. Требования к условиям приемки, хранения, качеству исходных материалов. Требования к промежуточной продукции. Упаковочные материалы и стадия упаковки. Обращение с готовой продукцией, отклоненными, повторно использованными и возвращенными материалами. Место расположения, проект, строительство, монтаж, оснащение и обслуживание помещений и оборудования. Классификация чистых помещений, требования ИСО

14644: классификация чистоты воздуха, требования к контролю и мониторингу, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию. Помещения: производственная зона, зоны складирования, контроля качества, вспомогательные зоны. Конструкция, монтаж и порядок технического обслуживания оборудования.

1.6. Контроль качества

Основные принципы. Организация работы контрольных лабораторий: ведение документации, отбор проб, проведение испытаний. Самоинспекция. Необходимость самоинспекции. Проведение самоинспекции и оформление ее результатов. Государственная Фармакопея СССР изд.11. Фармакопейные статьи.

1.7. Валидация

Понятия валидации и квалификации. Общие принципы документирования работ по валидации: валидационный план, валидационный протокол, отчет по валидации. Квалификация проектной документации, монтажа, функционирования, эксплуатации. Валидация процессов: процессов производства, стерилизации, очистки, аналитических методик, компьютерных систем. Аттестация методик анализа по Европейской и Американской фармакопеям.

Раздел 2. ВВЕДЕНИЕ

2.1. Возникновение и развитие производства полимеров

История производства природных, искусственных и синтетических полимеров. Принципы технологии получения природных полимеров. Основные технологические процессы получения синтетических полимеров. Особенности производства индивидуальных полимеров, систем на основе полимеров, содержащих функциональные добавки (пластификаторы, стабилизаторы и др.), композитных материалов. Важнейшие компоненты композитов и их влияние на свойства композитных материалов. Роль полимерных связующих и предъявляемые к ним требования. Термопластичные и термореактивные полимеры. Различия в их свойствах и способах переработки в изделия. Полимеры, перерабатываемые в изделия из растворов. Типовое и специальное оборудование для полимерных производств. Сырьевые источники для получения полимеров. Особенности охраны труда и техники безопасности в производствах полимеров. Техника безопасности процессов полимерообразования, в которых применяются органические растворители. Обеспечение пожаробезопасности. Оценка экономической эффективности и экологической вредности полимерных производств. Современные тенденции и задачи при создании новых полимеров и композитов на их основе. Их общая характеристика и особенности. Основные подходы к выделению природных полимеров.

2.2. Методы синтеза и свойства полимеров

Основные методы получения синтетических и искусственных полимеров. Цепные процессы (полимеризация), ступенчатые процессы (поликонденсация, полиприсоединение), химическая модификация.

Важнейшие эксплуатационные свойства полимеров - диэлектрические, механические, теплофизические, химическая стойкость, морозостойкость,

водостойкость, горючесть, оптические свойства, биологическая активность, устойчивость к биоразрушению.

Области применения полимеров в зависимости от их свойств.

Особенности применения полимерных материалов в медико-биологических областях. Требования, предъявляемые к таким полимерным материалам.

Раздел 3. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ (ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ)

3.1. Способы проведения полимеризации

Полимеризация в массе, в растворе, в твердой фазе, полимеризация в дисперсии (в эмульсии, суспензии), в газовой фазе. Преимущества и недостатки методов. Влияние способа проведения полимеризации на важнейшие свойства полимеров. Исходные реагенты для полимеризации – мономеры, инициаторы, катализаторы, их активность и возможность ее регулирования.

Технологические параметры процесса – температура, давление, состав реакционной среды, время проведения процесса.

3.2. Организация полимеризации в промышленности

Проведение полимеризационных процессов в периодическом, непрерывном или комбинированном режиме. Различия в аппаратном оформлении периодических и непрерывных производств. Реакторы и автоклавы, особенности их конструкции и важнейшие узлы.

Способы создания устойчивых режимов в реакторах. Осуществление массо- и теплопереноса и управление этими процессами. Способы подачи исходных реагентов, эвакуация реакционных масс из реакторов, герметизация реакционных зон.

Аппараты идеального смешения, идеального вытеснения и комбинированного типа и их использование в различных технологических схемах.

Особенности проведения радикальных и ионных процессов.

Оформление постполимеризационных технологических стадий – отделения остаточного мономера, выделения полимеров, грануляции, сушки, измельчения, стандартизации.

Сырьевые рециклы в процессах полимеризации.

3.3. Полимеризация в массе (блоке)

Особенности полимеризации в массе мономера (в блоке) и ее основные стадии. Невозможность достижения полной конверсии. Проблема отделения остаточных мономеров из полимеризационных сред. Особенности процесса на глубоких стадиях превращения. Гель-эффект, его механизм и технологические последствия. Предотвращение гель-эффекта. Гомофазная и гетерофазная блочная полимеризация.

Аппаратурное оформление основной и вспомогательной стадий в периодическом и непрерывном процессах. Перспективность метода, его достоинства и недостатки, техника безопасности. Главные характеристики продуктов полимеризации в массе.

3.4. Примеры производства блочным методом, на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях

Получение полиэтилена высокого давления. Варианты промышленных технологических схем. Основные свойства продуктов полимеризации. Полиэтилен низкого давления (газофазный процесс). Примеры применения в составе имплантатов.

Получение полистирола и его сополимеров, их свойства и применение. Свойства полистирола, полученного разными методами. Примеры применения.

Получение полиметилметакрилата. Отличительные особенности метода. Низкотемпературная полимеризация и ее особенности. Примеры применения акрилатов и метакрилатов в офтальмологии. Сополимеры эфиров акриловых кислот. Сополимеры типа «Еудражит» с кислотными и основными группами. Примеры применения для создания лекарственных форм. Получение блочного сополимера 2-гидроксиэтилметакрилата и этилендиметакрилата в процессе получения контактных линз.

Получение полимеров лактамов и лактонов (ступенчатая полимеризация). Термический и каталитический методы получения поли-ε-капроамида и полидодеканамида. Применение их для создания имплантатов и шовных волокон. Поли-ε-капролактон, применение в качестве носителя в тканевой инженерии.

3.5. Полимеризация в растворе

Гомогенная и гетерогенная полимеризация в растворе. Стадии технологического процесса. Аппаратурное оформление основных и вспомогательных стадий.

Преимущества и недостатки метода и область его применения. Необходимость регенерации растворителей. Возможность организации непрерывной полимеризации в растворе.

3.6. Примеры производства полимеризацией в растворе, на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях

Получение полиэтилена низкого давления и полиэтилена сверхвысокой молекулярной массы. Применение для изготовления имплнтатов.

Получение полипропилена. Обоснование выбора метода полимеризации. Примеры использования (шовные нити, имплантируемые сетки, композиты для костных имплантатов).

Получение полиалкиленоксидов. Полиэтиленоксид, сополимер этиленоксида и пропиленоксида. Плуроники. Использование в лекарственных формах.

Производство полиакриламида. Применение в качестве структурообразователей. Соплимер акриламида и метиленбисакриламида. Использование в лекарственных формах. Получение при создании сред для биоанализа. Полимерные гидрогели, получение особенности.

Получение поли-α-цианакрилатов. Использование в составе клеев.

Получение поли-N-винилпирролидона. Полимеризация в водной среде. Регулирование молекулярной массы в процессе полимеризации. Отделение

низкомолекулярных примесей. Выделение полимера. Использование в составе лекарственных средств.

Получение полимеров на основе гидроксикарбоновых кислот полимеризацией циклических лактидов. Полигликолид, полилактид. Применение в составе имплантатов, шовных материалов.

3.7. Полимеризация в эмульсии

Особенности эмульсионной полимеризации. Стадии процесса и их аппаратное оформление. Преимущества и недостатки метода. Сточные воды в полимеризационных процессах и их утилизация. Периодические и непрерывные процессы. Особенности полимеров, получаемых эмульсионной полимеризацией. Обеспечение безопасности производства.

Примеры производства полимеризацией в эмульсии на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях. Получение микросфер эмульсионного полистирола и их применение в латекс-агрегационных методах биоанализа.

3.8. Полимеризация в суспензии

Сходства и различия процессов суспензионной и эмульсионной полимеризации. Реакционные среды и режимы перемешивания. Стадии процесса и аппаратное оформление. Типовые технологические схемы. Причина ограниченного применения непрерывных технологических схем. Вопросы повышения производительности суспензионной полимеризации. Достоинства процесса – качества продукта, удобство переработки.

Примеры производства полимеризацией в суспензии на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях. Получение суспензионного полистирола и его сополимеров. Полимерные гранулированные формы с различной степенью сшивки и направления их использования в качестве материалов для создания ионообменных материалов и носителей биополимеров. Получение гранульных сополимеров 2-гидроксиэтилметакрилата и этилендиметакрилата.

Раздел 4. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ (ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ)

4.1. Неравновесные ступенчатые процессы

Неравновесные ступенчатые процессы в растворе, в эмульсии, на границе раздела фаз.

Неравновесные поликонденсация и полиприсоединение в растворе. Основные закономерности процесса. Назначение и тип растворителя. Гомогенные и гетерогенные процессы, сопровождаемые выделением полимера из раствора в ходе реакции поликонденсации. Достоинства и недостатки метода. Стадии гомогенного и гетерогенного технологических процессов. Регенерация растворителей. Периодические и непрерывные процессы в растворе. Энергоемкость процессов. Основные правила безопасного проведения процессов.

Аппаратурное оформление основных промышленных процессов неравновесной поликонденсации в растворе. Основные закономерности процесса.

Неравновесная поликонденсация в эмульсии. Достоинства и недостатки метода. Технологические параметры и аппаратурное оформление процесса.

Неравновесная поликонденсация на границе раздела фаз. Основные особенности процесса. Влияние типа растворителей. Проведение процесса во встречных потоках. Влияние параметров процесса на свойства получаемых полимеров.

4.2. Примеры производств с использованием неравновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях

Получение сегментированных полиуретанов. Применение их в составе имплантатов как гемосовместимых материалов.

Получение эпоксидных полимеров. Применение в составе пломбировочных материалов.

Фенилон. Применение в составе композитных материалов.

Закономерности обратимых реакций в расплаве. Побочные реакции. Особенности реакций равновесной поликонденсации в расплаве – высокая температура, пониженное давление, инертная атмосфера. Влияние параметров процесса на свойства полимеров. Преимущества и недостатки метода. Стадии технологического процесса и аппаратурное оформление основных и вспомогательных стадий промышленных процессов.

4.3. Равновесная поликонденсация

Равновесная поликонденсация в растворе. Влияние условий проведения процессов. Стадии технологического процесса и аппаратурное оформление.

4.4. Примеры производств с использованием равновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях

Получение полигексаметиленадипамида. Применение в составе шовных материалов.

Получение полиэтилентерефталата. Применение в составе имплантатов, шовных материалов.

Получение полиортоэфиров. Применение в качестве носителей в тканевой инженерии.

Раздел 5. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ.

5.1. Общие закономерности и особенности реакций полимеров

Способность полимеров к химическим превращениям как путь создания новых полимерных материалов. Направления протекания реакций полимеров – реакции с участием групп основной цепи, концевых, боковых групп. Разнозвенность полимеров. Факторы влияющие на протекание реакций

полимеров. Способы проведения реакций полимеров для обеспечения заданных конверсий и свойств полимеров.

Разнообразие процессов и аппаратного оформления процессов модификации полимеров.

Стадии и параметры технологических процессов. Аппаратурное оформление гомогенных и гетерогенных процессов. Периодические и непрерывные процессы. Стадии выделения полимеров в гомогенных процессах. Роль вспомогательной аппаратуры.

Трудоемкость и энергоемкость процессов, пути их усовершенствования. Охрана труда, охрана окружающей среды.

5.2. Примеры производств с использованием процессов модификации на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях

Производство поливинилового спирта. Применение поливинилового спирта в составе имплантатов и лекарственных препаратов.

Производство продуктов модификации гранульных сополимеров стирола с дивинилбензолом. Введение кислых, основных, комплексообразующих групп. Применение в качестве материалов для очистки биологических жидкостей, разделения смесей природных полимеров.

5.3. Общие сведения о производстве многотоннажных полимеров общего назначения.

Процессы цепной полимеризации – поливинилхлорид, полиакрилонитрил, полибутадиен, полиизопрен, полихлорпрен.

Получение полимеров ступенчатыми процессами – фенол-формальдегидные, мочевино-формальдегидные, меламино-формальдегидные полимеры. Полиарилаты, поликарбонаты, полисульфоны.

Раздел 6. ПРИРОДНЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

6.1. Полисахариды морских водорослей

Альгиновая кислота. Строение. Сырье, технологический процесс выделения из бурых водорослей. Получение альгиновой кислоты, альгинатов натрия и кальция. Характеристика полученных продуктов. Применение в качестве носителей биокатализаторов, покрытий ран и ожогов. Полисахариды красных водорослей. Агар, технологический процесс выделения. Характеристика продукта. Агароза. Применение в микробиологии, биотехнологии, пищевой промышленности. Каррагинаны, технологический процесс выделения. Характеристика продукта. Применение в биотехнологии в качестве носителей биокатализаторов. Применение в медицине в качестве кровеостанавливающих средств, в составе лекарственных препаратов. Применение в пищевой и косметической промышленности в качестве загустителей и гелеобразователей. Целлюлоза. Сырье. Технологические схемы выделения целлюлозы. Строение целлюлозы. Микрористаллическая целлюлоза, свойства, применение в составе лекарственных форм, биосорбентов.

Простые эфиры целлюлозы. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, метилгидроксипропилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза и ее натриевая соль,

2-гидроксипропилцеллюлоза, этилгидроксиэтилцеллюлоза. Строение. Технологические схемы получения. Характеристика продуктов. Применение простых эфиров целлюлозы в качестве материалов для покрытия таблеток, в том числе с программируемым разрушением, создания пленочных лекарственных форм, стабилизаторов в медицинской и косметической промышленности.

Сложные эфиры целлюлозы. Диацетат целлюлозы. Ацетилфталат целлюлозы. Строение. Технологические схемы получения. Характеристика продуктов. Применение в качестве материалов для создания таблетированных лекарственных форм, гемодиализных мембран.

Крахмал и продукты его модификации. Строение. Сырье для выделения крахмала. Технологические схемы выделения крахмала и получения продуктов его модификации. Характеристика продуктов.

2-Гидроксиэтилкрахмал. Строение. Технологическая схема получения. Характеристика продукта. Использование в качестве компонента кровезаменителей.

Сырье для выделения пектина. Строение. Технологическая схема получения. Биотехнологическое выделение с использованием ферментных препаратов. Характеристика продукта. Использование в качестве компонентов лекарственных препаратов, энтеросорбентов, детоксикантов. Применение в пищевой и косметической промышленности в качестве загустителей и структурообразователей.

6.2. Полисахариды микробного и животного происхождения.

Сырье. Технологический процесс выделения хитина и получения из хитина хитозана деацетилизацией. Строение и характеристика продуктов. Применение хитина в составе кровеостанавливающих и ранозаживляющих составов. Применение хитозана для получения биоадсорбентов, биологических пищевых добавок, в качестве носителей лекарственных веществ.

Гиалуроновая кислота. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных форм и имплантатов для медицины и косметологии.

Гепарин. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных препаратов и для создания антитромбогенных имплантатов.

Хондроитинсульфаты. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продуктов. Использование в составе лекарственных препаратов.

Особенности строения. Технологическая схема получения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных средств.

6.3. Белки

Коллаген. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование для получения имплантатов.

Желатина. Строение. Технологическая схема получения из коллагена. Характеристика продукта. Применение в медицине для создания лекарственных форм и компонента кровезаменителя. Использование в микробиологии в составе питательных сред. Использование в пищевой промышленности.

Зеин. Строение. Технология выделения из семян кукурузы. Характеристика продукта. Использование для создания волокон и других биodeградируемых изделий.

Белки плазмы крови. Альбумин. Глобулины. Минорные белки. Принципы выделения белков крови. Применение в составе лекарственных препаратов.

6.4. Микробные полиэфиры.

Строение. Технологическая схема получения. Условия культивирования микроорганизмов. Характеристика продукта. Применение для создания биodeградируемых имплантатов и шовных материалов.

Раздел 7. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ И УГЛЕРОДНЫЕ БИОМАТЕРИАЛЫ

7.1. Общие требования к неорганическим биоматериалам

Неорганические материалы для медицины: классификация и основные области применения (посуда, инструменты, стоматологические пломбирующие и протезирующие материалы, имплантаты и эндопротезы). Кость, ее структура, состав и физико-химические свойства, роль гидроксиапатита в структуре кости. Этапы развития протезирующих материалов. Требования к материалам для костного эндопротезирования.

7.2. Биоматериалы на основе стекол

Особенности стеклообразного состояния, классификация и строение стекол, способы получения стекол, технологическая схема получения стеклоизделий (краткая характеристика каждой стадии). Биоматериалы на основе стекла, области составов, способы получения и физико-химические свойства. Кристаллические фосфаты кальция, их растворимость; основы биоактивности материалов, содержащих фосфаты кальция, методы оценки и области применения. Сравнительная характеристика материалов для костного эндопротезирования на основе стекла (плотные и пористые, покрытия, гранулы, композиты)

7.3. Биоматериалы на основе керамики

Какие материалы называют керамическими. Структура керамики. Типовая технологическая схема получения керамики. Основные методы приготовления порошков, подготовки формовочных масс, формования, сушки и обжига заготовок. Биоинертная керамика. Корундовая керамика и области ее применения в медицине. Керамические суставы. Керамические скальпели. Печи для изготовления зубных протезов. Биоактивная керамика на основе фосфатов кальция. Плотная керамика, пористая керамика, гранулы. Способы получения плотной керамики. Способы получения пористой высокопроницаемой керамики. Методы получения порошков гидроксиапатита (ГА). Диаграмма состояния $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5$. Твердые растворы на основе ГА. Виды керамики из ГА и области их применения в медицине.

7.4. Кальций-фосфатные биоцементы (КФБЦ)

Состав и свойства фосфатов кальция в системе $\text{Ca}(\text{OH})_2-\text{H}_3\text{PO}_4-\text{H}_2\text{O}$ (про гидроксиапатит – совсем немного). Методы синтеза основных фосфатов кальция. Классификация КФБЦ. Теоретические основы твердения вяжущих композиций.

Механизм твердения КФБЦ. Способы получения и составы КФБЦ. Свойства КФБЦ. Ионное модифицирование КФБЦ. Способы регулирования структуры твердеющего КФБЦ. Влияние состава и структуры затвердевшего КФБЦ на скорость резорбции. Методы и области применения КФБЦ.

7.5. Биоматериалы на основе углерода

Получение пиролитического углерода и изделия из него для устройств, контактирующих с кровью. Его свойства. Материалы на основе углеродных нанотрубок. Методы получения, основные свойства.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	Знать:							
1	Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией.	+	+	+	+	+	+	+
2	Особенности выделения и очистки природных полимеров из растительных и животных субстратов.						+	
3	Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых полимерных продуктов.			+	+	+	+	+
4	Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования.	+	+	+	+	+	+	+
5	Правила международной сертификации производства и контроля качества полимерных материалов.	+						
6	Представления о технологии производства и свойствах неорганических и углеродных биоматериалах.							+
	Уметь:							
7	Описать важнейшие способы			+	+	+	+	+

	производства и выделения синтетических и природных полимеров.								
8	Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов.			+	+	+	+	+	+
9	Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта.			+	+	+	+	+	+
10	Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов.		+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:								
11	современными представлениями о промышленных способах синтеза полимеров.		+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:									
12	ПК-1 Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей	ПК-1.1 Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей, задач и ресурсов проведения НИОКР ПК-1.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок ПК-1.3 Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования	+	+	+	+	+	+	+
13	ПК-3 Способен применять современные приборы и методы	ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и	+	+	+	+	+	+	+

	исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	аппаратное оформление для исследования веществ и материалов ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов							
14	ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 102 акад. ч.

№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий
1.1	Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств
1.2	Управление качеством
1.3	Персонал
1.4	Документация
1.5	Производство
1.6	Контроль качества
1.7	Валидация
2.1	Возникновение и развитие производства полимеров
2.2	Методы синтеза и свойства полимеров
3.1	Способы проведения полимеризации
3.2	Организация полимеризации в промышленности
3.3	Полимеризация в массе (блоке)
3.4	Примеры производства блочным методом, на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
3.5	Полимеризация в растворе
3.6	Примеры производства полимеризацией в растворе, на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
3.7	Полимеризация в эмульсии
3.8	Полимеризация в суспензии
4.1	Неравновесные ступенчатые процессы
4.2	Примеры производств с использованием неравновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
4.3	Равновесная поликонденсация
4.4	Примеры производств с использованием равновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
5.1	Общие закономерности и особенности реакций полимеров
5.2	Примеры производств с использованием процессов модификации на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
5.3	Общие сведения о производстве многотоннажных полимеров общего назначения
6.1	Полисахариды растительного происхождения
6.2	Полисахариды микробного и животного происхождения
6.3	Белки
6.4	Микробные полиэфиры
7.1	Общие требования к неорганическим биоматериалам
7.2	Биоматериалы на основе стекол
7.3	Биоматериалы на основе керамики
7.4	Кальций-фосфатные биоцементы (КФБЦ)
7.5	Биоматериалы на основе углерода

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены Рабочим учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Технология biomaterialов» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 63 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 7 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Раздел	Контрольные вопросы
Второй семестр	
Раздел 1. Правила производства и контроля качества веществ, средств и материалов медицинского назначения	<ol style="list-style-type: none">1. Международные правила организации производства и контроля качества лекарственных средств и средств медицинского назначения (GMP - Good Manufacturing Practice for Medicinal Products), GLP, GCP, ICH, WHO, PIC/S.2. Правила Европейского союза, США, Российской Федерации. ГОСТ Р 52249-2004 Правила производства и контроля качества лекарственных средств.3. Управление качеством4. Основные требования к производству и контролю качества. Сравнение требований системы менеджмента качества GMP и ИСО 9000.5. Требования стандартов GMP к персоналу6. Требования к документации стандартов GMP.7. Государственная Фармакопея СССР изд.11, Европейская Фармакопея, Американская фармакопея. Нормативные документы: фармакопейные статьи. Процедура регистрации лекарственных средств в Российской Федерации.8. Помещения и оборудование. Требования к условиям приемки, хранения, качеству исходных материалов. Требования к промежуточной продукции. Упаковочные материалы и стадия упаковки.9. Обращение с готовой продукцией, отклоненными, повторно использованными и возвращенными материалами. Место расположения, проект, строительство, монтаж, оснащение и обслуживание помещений и оборудования.

	<p>10. Классификация чистых помещений, требования ИСО 14644: классификация чистоты воздуха, требования к контролю и мониторингу, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию.</p> <p>11. Помещения: производственная зона, зоны складирования, контроля качества, вспомогательные зоны. Конструкция, монтаж и порядок технического обслуживания оборудования.</p> <p>12. Контроль качества</p> <p>13. Валидация. Понятия валидации и квалификации.</p> <p>14. Общие принципы документирования работ по валидации: валидационный план, валидационный протокол, отчет по валидации.</p> <p>15. Квалификация проектной документации, монтажа, функционирования, эксплуатации.</p> <p>16. Валидация процессов: процессов производства, стерилизации, очистки, аналитических методик, компьютерных систем.</p> <p>17. Аттестация методик анализа по Европейской и Американской фармакопеям.</p>
Раздел 2. Введение	<p>1. Возникновение и развитие производства полимеров.</p> <p>2. Методы синтеза и свойства полимеров</p> <p>3. Основные методы получения синтетических и искусственных полимеров.</p> <p>4. Цепные процессы (полимеризация), ступенчатые процессы (поликонденсация, полиприсоединение), химическая модификация.</p> <p>5. Важнейшие эксплуатационные свойства полимеров - диэлектрические, механические, теплофизические, химическая стойкость, морозостойкость, водостойкость, горючесть, оптические свойства, биологическая активность, устойчивость к биоразрушению.</p> <p>6. Области применения полимеров в зависимости от их свойств.</p> <p>7. Особенности применения полимерных материалов в медико-биологических областях.</p> <p>8. Требования, предъявляемые к таким полимерным материалам.</p>
Раздел 3. Синтетические полимеры (Полимеризационные полимеры)	<p>1. Способы проведения полимеризации</p> <p>2. Организация полимеризации в промышленности</p> <p>3. Полимеризация в массе (блоке)</p> <p>4. Примеры производства блочным методом, на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях</p> <p>5. Полимеризация в растворе</p> <p>6. Гомогенная и гетерогенная полимеризация в растворе. Стадии технологического процесса. Аппаратурное оформление основных и вспомогательных стадий.</p> <p>7. Получение полиэтилена низкого давления и полиэтилена сверхвысокой молекулярной массы. Применение для изготовления имплантатов.</p> <p>8. Получение полипропилена. Обоснование выбора метода полимеризации. Примеры использования (шовные нити, имплантируемые сетки, композиты для костных имплантатов).</p> <p>9. Получение полиалкиленоксидов. Полиэтиленоксид, сополимер этиленоксида и пропиленоксида. Плюроники. Использование в лекарственных формах.</p> <p>11. Производство полиакриламида. Применение в качестве структурообразователей. Сополимер акриламида и метиленбисакриламида. Использование в лекарственных формах. Получение при создании сред для биоанализа. Полимерные гидрогели, получение особенности.</p>

	<p>12. Получение поли-α-цианакрилатов. Использование в составе клеев.</p> <p>13. Получение поли-N-винилпирролидона. Полимеризация в водной среде. Регулирование молекулярной массы в процессе полимеризации. Отделение низкомолекулярных примесей. Выделение полимера. Использование в составе лекарственных средств.</p> <p>14. Получение полимеров на основе гидроксикарбоновых кислот полимеризацией циклических лактидов. Полигликолид, полилактид. Применение в составе имплантатов, шовных материалов.</p> <p>15. Полимеризация в эмульсии. Особенности эмульсионной полимеризации. Стадии процесса и их аппаратное оформление. Преимущества и недостатки метода. Сточные воды в полимеризационных процессах и их утилизация. Периодические и непрерывные процессы. Особенности полимеров, получаемых эмульсионной полимеризацией. Обеспечение безопасности производства.</p> <p>16. Полимеризация в суспензии. Сходства и различия процессов суспензионной и эмульсионной полимеризации. Реакционные среды и режимы перемешивания. Стадии процесса и аппаратное оформление. Типовые технологические схемы.</p> <p>17. Причина ограниченного применения непрерывных технологических схем. Вопросы повышения производительности суспензионной полимеризации. Достоинства процесса – качества продукта, удобство переработки.</p> <p>18. Примеры производства полимеризацией в суспензии на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях.</p>
<p>Раздел 4. Синтетические полимеры (Поликонденсаци- онные полимеры)</p>	<p>1. Неравновесные ступенчатые процессы</p> <p>2. Неравновесные ступенчатые процессы в растворе, в эмульсии, на границе раздела фаз.</p> <p>3. Неравновесная поликонденсация в эмульсии. Достоинства и недостатки метода. Технологические параметры и аппаратное оформление процесса.</p> <p>4. Неравновесная поликонденсация на границе раздела фаз. Основные особенности процесса. Влияние типа растворителей. Проведение процесса во встречных потоках. Влияние параметров процесса на свойства получаемых полимеров.</p> <p>5. Примеры производств с использованием неравновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях</p> <p>6. Получение сегментированных полиуретанов. Применение их в составе имплантатов как гемосовместимых материалов.</p> <p>7. Получение эпоксидных полимеров. Применение в составе пломбировочных материалов.</p> <p>8. Закономерности обратимых реакций в расплаве. Побочные реакции. Особенности реакций равновесной поликонденсации в расплаве.</p> <p>9. Равновесная поликонденсация.</p> <p>10. Равновесная поликонденсация в растворе. Влияние условий проведения процессов. Стадии технологического процесса и аппаратное оформление.</p> <p>11. Примеры производств с использованием равновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях</p> <p>12. Получение полигексаметиленадипамида. Применение в составе шовных материалов.</p>

	<p>13. Получение полиэтилентерефталата. Применение в составе имплантатов, шовных материалов.</p> <p>14. Получение полиортоэфиров. Применение в качестве носителей в тканевой инженерии.</p>
Третий семестр	
Раздел 5. Получение полимеров химической модификацией	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие закономерности и особенности реакций полимеров. Способность полимеров к химическим превращениям как путь создания новых полимерных материалов. 2. Направления протекания реакций полимеров – реакции с участием групп основной цепи, концевых, боковых групп. Разнозвенность полимеров. Факторы влияющие на протекание реакций полимеров. Способы проведения реакций полимеров для обеспечения заданных конверсий и свойств полимеров. 3. Разнообразие процессов и аппаратного оформления процессов модификации полимеров. 4. Примеры производств с использованием процессов модификации на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях. 5. Производство поливинилового спирта. Применение поливинилового спирта в составе имплантатов и лекарственных препаратов. 6. Производство продуктов модификации гранульных сополимеров стирола с дивинилбензолом. Введение кислых, основных, комплексообразующих групп. Применение в качестве материалов для очистки биологических жидкостей, разделения смесей природных полимеров. 7. Процессы цепной полимеризации – поливинилхлорид, полиакрилонитрил, полибутадиен, полиизопрен, полихлорпрен. 8. Получение полимеров ступенчатыми процессами – фенол-формальдегидные, мочевино-формальдегидные, меламино-формальдегидные полимеры. 9. Полиарилаты, поликарбонаты, полисульфоны.
Раздел 6. Природные и искусственные полимеры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полисахариды морских водорослей. 2. Альгиновая кислота. Строение. Сырье, технологический процесс выделения из бурых водорослей. Получение альгиновой кислоты, альгинатов натрия и кальция. Характеристика полученных продуктов. Применение в качестве носителей биокатализаторов, покрытий ран и ожогов. 3. Полисахариды красных водорослей. Агар, технологический процесс выделения. Характеристика продукта. Агароза. Применение в микробиологии, биотехнологии, пищевой промышленности. 4. Каррагинаны, технологический процесс выделения. Характеристика продукта. Применение в биотехнологии в качестве носителей биокатализаторов. Применение в медицине в качестве кровеостанавливающих средств, в составе лекарственных препаратов. Применение в пищевой и косметической промышленности в качестве загустителей и гелеобразователей. 5. Целлюлоза. Сырье. Технологические схемы выделения целлюлозы. Строение целлюлозы. Микрокристаллическая целлюлоза, свойства, применение в составе лекарственных форм, биосорбентов.

	<p>6. Простые эфиры целлюлозы. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, метилгидроксипропилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза и ее натриевая соль, 2-гидроксипропилцеллюлоза, этилгидроксиэтилцеллюлоза. Строение. Технологические схемы получения.</p> <p>7. Сложные эфиры целлюлозы. Диацетат целлюлозы. Ацетилфталат целлюлозы. Строение. Технологические схемы получения. Характеристика продуктов. Применение в качестве материалов для создания таблетированных лекарственных форм, гемодиализных мембран.</p> <p>8. Крахмал и продукты его модификации. Строение. Сырье для выделения крахмала. Технологические схемы выделения крахмала и получения продуктов его модификации. Характеристика продуктов.</p> <p>9. 2-Гидроксиэтилкрахмал. Строение. Технологическая схема получения. Характеристика продукта. Использование в качестве компонента кровезаменителей.</p> <p>10. Сырье для выделения пектина. Строение. Технологическая схема получения. Биотехнологическое выделение с использованием ферментных препаратов. Характеристика продукта. Использование в качестве компонентов лекарственных препаратов, энтеросорбентов, детоксикантов. Применение в пищевой и косметической промышленности в качестве загустителей и структурообразователей.</p> <p>11. Полисахариды микробного и животного происхождения.</p> <p>12. Гиалуроновая кислота. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных форм и имплантатов для медицины и косметологии.</p> <p>13. Гепарин. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных препаратов и для создания антитромбогенных имплантатов.</p> <p>14. Хондроитинсульфаты. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продуктов. Использование в составе лекарственных препаратов.</p> <p>15. Белки. Общая характеристика белков.</p> <p>16. Коллаген. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование для получения имплантатов.</p> <p>17. Желатина. Строение. Технологическая схема получения из коллагена. Характеристика продукта. Применение в медицине для создания лекарственных форм и компонента кровезаменителя. Использование в микробиологии в составе питательных сред. Использование в пищевой промышленности.</p> <p>18. Зеин. Строение. Технология выделения из семян кукурузы. Характеристика продукта. Использование для создания волокон и других биodeградируемых изделий.</p> <p>19. Белки плазмы крови. Альбумин. Глобулины. Минорные белки. Принципы выделения белков крови. Применение в составе лекарственных препаратов.</p> <p>20. Микробные полиэфиры. Строение. Технологическая схема получения. Условия культивирования микроорганизмов.</p>
--	--

	Характеристика продукта. Применение для создания биodeградируемых имплантатов и шовных материалов.
Раздел 7. Неорганические и углеродные биоматериалы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие требования к неорганическим биоматериалам. 2. Неорганические материалы для медицины: классификация и основные области применения (посуда, инструменты, стоматологические пломбирующие и протезирующие материалы, имплантаты и эндопротезы). 3. Кость, ее структура, состав и физико-химические свойства, роль гидроксиапатита в структуре кости. Этапы развития протезирующих материалов. Требования к материалам для костного эндопротезирования. 4. Биоматериалы на основе стекол. 5. Особенности стеклообразного состояния, классификация и строение стекол, способы получения стекол, технологическая схема получения стеклоизделий (краткая характеристика каждой стадии). 6. Биоматериалы на основе стекла, области составов, способы получения и физико-химические свойства. 7. Кристаллические фосфаты кальция, их растворимость; основы биоактивности материалов, содержащих фосфаты кальция, методы оценки и области применения. 8. Сравнительная характеристика материалов для костного эндопротезирования на основе стекла (плотные и пористые, покрытия, гранулы, композиты) 9. Биоматериалы на основе керамики. 10. Кальций-фосфатные биоцементы (КФБЦ) 11. Состав и свойства фосфатов кальция в системе $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$. 12. Методы синтеза основных фосфатов кальция. Классификация КФБЦ. Теоретические основы твердения вяжущих композиций. Механизм твердения КФБЦ. 13. Способы получения и составы КФБЦ. Свойства КФБЦ. Ионное модифицирование КФБЦ. Способы регулирования структуры твердеющего КФБЦ. Влияние состава и структуры затвердевшего КФБЦ на скорость резорбции. Методы и области применения КФБЦ. 14. Биоматериалы на основе углерода. 15. Материалы на основе углеродных нанотрубок. Методы получения, основные свойства.

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 12,5 баллов за вопрос.

1. Общие принципы документирования работ по валидации: валидационный план, валидационный протокол, отчет по валидации.
2. Квалификация проектной документации, монтажа, функционирования, эксплуатации.

Вопрос	1	2	Σ
балл	12,5	12,5	25

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 12,5 баллов за вопрос.

1. Возникновение и развитие производства полимеров.
2. Методы синтеза и свойства полимеров

Вопрос	1	2	Σ
балл	12,5	12,5	25

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 12,5 баллов за вопрос.

1. Организация полимеризации в промышленности
2. Полимеризация в массе (блоке)

Вопрос	1	2	Σ
балл	12,5	12,5	25

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 12,5 баллов за вопрос.

1. Неравновесные ступенчатые процессы
2. Неравновесные ступенчатые процессы в растворе, в эмульсии, на границе раздела фаз.

Вопрос	1	2	Σ
балл	12,5	12,5	25

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Примеры производств с использованием процессов модификации на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях.
2. Производство поливинилового спирта. Применение поливинилового спирта в составе имплантатов и лекарственных препаратов.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Полисахариды морских водорослей.
2. Альгиновая кислота. Строение. Сырье, технологический процесс выделения из бурых водорослей. Получение альгиновой кислоты, альгинатов натрия и кальция. Характеристика полученных продуктов. Применение в качестве носителей биокатализаторов, покрытий ран и ожогов.

Вопрос	1	2	Σ
--------	---	---	----------

балл	10	10	20
------	----	----	----

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Общие требования к неорганическим биоматериалам.
2. Неорганические материалы для медицины: классификация и основные области применения (посуда, инструменты, стоматологические пломбирующие и протезирующие материалы, имплантаты и эндопротезы).

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет, 3 семестр - экзамен).

Максимальное количество баллов за каждый экзамен (3 семестр) – 40 баллов.

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет)

Зачет выставляется по итогам трех контрольных работ после опроса по вопросам, приведенным в пункте 8.1 (разделы 1, 2, 3, 4).

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

Максимальное количество баллов за экзамен– 40 баллов

1. Международные правила организации производства и контроля качества лекарственных средств и средств медицинского назначения (GMP - Good Manufacturing Practice for Medicinal Products), GLP, GCP, ICH, WHO, PIC/S.
2. Правила Европейского союза, США, Российской федерации. ГОСТ Р 52249-2004 Правила производства и контроля качества лекарственных средств.
3. Управление качеством
4. Основные требования к производству и контролю качества. Сравнение требований системы менеджмента качества GMP и ИСО 9000.
5. Требования стандартов GMP к персоналу.
6. Требования к документации стандартов GMP.
7. Государственная Фармакопея СССР изд.11, Европейская Фармакопея, Американская фармакопея. Нормативные документы: фармакопейные статьи. Процедура регистрации лекарственных средств в Российской Федерации.
8. Помещения и оборудование. Требования к условиям приемки, хранения, качеству исходных материалов. Требования к промежуточной продукции. Упаковочные материалы и стадия упаковки.
9. Обращение с готовой продукцией, отклоненными, повторно использованными и возвращенными материалами. Место расположения, проект, строительство, монтаж, оснащение и обслуживание помещений и оборудования.
10. Классификация чистых помещений, требования ИСО 14644: классификация чистоты воздуха, требования к контролю и мониторингу, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию.

11. Помещения: производственная зона, зоны складирования, контроля качества, вспомогательные зоны. Конструкция, монтаж и порядок технического обслуживания оборудования.
12. Контроль качества
13. Валидация. Понятия валидации и квалификации.
14. Общие принципы документирования работ по валидации: валидационный план, валидационный протокол, отчет по валидации.
15. Квалификация проектной документации, монтажа, функционирования, эксплуатации.
16. Валидация процессов: процессов производства, стерилизации, очистки, аналитических методик, компьютерных систем.
17. Аттестация методик анализа по Европейской и Американской фармакопеям.
18. Возникновение и развитие производства полимеров.
19. Методы синтеза и свойства полимеров
20. Основные методы получения синтетических и искусственных полимеров.
21. Цепные процессы (полимеризация), ступенчатые процессы (поликонденсация, полиприсоединение), химическая модификация.
22. Важнейшие эксплуатационные свойства полимеров - диэлектрические, механические, теплофизические, химическая стойкость, морозостойкость, водостойкость, горючесть, оптические свойства, биологическая активность, устойчивость к биоразрушению.
23. Области применения полимеров в зависимости от их свойств.
24. Особенности применения полимерных материалов в медико-биологических областях.
25. Требования, предъявляемые к таким полимерным материалам.
26. Способы проведения полимеризации
27. Организация полимеризации в промышленности
28. Полимеризация в массе (блоке)
29. Примеры производства блочным методом, на примере полимеров, находящихся применение в медико-биологических областях
30. Полимеризация в растворе
31. Гомогенная и гетерогенная полимеризация в растворе. Стадии технологического процесса. Аппаратурное оформление основных и вспомогательных стадий.
32. Получение полиэтилена низкого давления и полиэтилена сверхвысокой молекулярной массы. Применение для изготовления имплантатов.
33. Получение полипропилена. Обоснование выбора метода полимеризации. Примеры использования (шовные нити, имплантируемые сетки, композиты для костных имплантатов).
34. Получение полиалкиленоксидов. Полиэтиленоксид, сополимер этиленоксида и пропиленоксида. Плюроники. Использование в лекарственных формах.
35. Производство полиакриламида. Применение в качестве структурообразователей. Соплимер акриламида и метиленбисакриламида. Использование в лекарственных формах. Получение при создании сред для биоанализа. Полимерные гидрогели, получение особенности.
36. Получение поли- α -цианакрилатов. Использование в составе клеев.
37. Получение поли-N-винилпирролидона. Полимеризация в водной среде. Регулирование молекулярной массы в процессе полимеризации. Отделение низкомолекулярных примесей. Выделение полимера. Использование в составе лекарственных средств.
38. Получение полимеров на основе гидроксикарбоновых кислот полимеризацией циклических лактидов. Полигликолид, полилактид. Применение в составе имплантатов, шовных материалов.
39. Полимеризация в эмульсии. Особенности эмульсионной полимеризации. Стадии процесса и их аппаратурное оформление. Преимущества и недостатки метода. Сточные воды в полимеризационных процессах и их утилизация. Периодические и непрерывные процессы. Особенности полимеров, получаемых эмульсионной полимеризацией. Обеспечение безопасности производства.

40. Полимеризация в суспензии. Сходства и различия процессов суспензионной и эмульсионной полимеризации. Реакционные среды и режимы перемешивания. Стадии процесса и аппаратное оформление. Типовые технологические схемы.
41. Причина ограниченного применения непрерывных технологических схем. Вопросы повышения производительности суспензионной полимеризации. Достоинства процесса – качества продукта, удобство переработки.
42. Примеры производства полимеризацией в суспензии на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях.
43. Неравновесные ступенчатые процессы
44. Неравновесные ступенчатые процессы в растворе, в эмульсии, на границе раздела фаз.
45. Неравновесная поликонденсация в эмульсии. Достоинства и недостатки метода. Технологические параметры и аппаратное оформление процесса.
46. Неравновесная поликонденсация на границе раздела фаз. Основные особенности процесса. Влияние типа растворителей. Проведение процесса во встречных потоках. Влияние параметров процесса на свойства получаемых полимеров.
47. Примеры производств с использованием неравновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
48. Получение сегментированных полиуретанов. Применение их в составе имплантатов как гемосовместимых материалов.
49. Получение эпоксидных полимеров. Применение в составе пломбировочных материалов.
50. Закономерности обратимых реакций в расплаве. Побочные реакции. Особенности реакций равновесной поликонденсации в расплаве.
51. Равновесная поликонденсация.
52. Равновесная поликонденсация в растворе. Влияние условий проведения процессов. Стадии технологического процесса и аппаратное оформление.
53. Примеры производств с использованием равновесных ступенчатых процессов на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях
54. Получение полигексаметиленадипамида. Применение в составе шовных материалов.
55. Получение полиэтилентерефталата. Применение в составе имплантатов, шовных материалов.
56. Получение полиортоэфиров. Применение в качестве носителей в тканевой инженерии.
57. Общие закономерности и особенности реакций полимеров. Способность полимеров к химическим превращениям как путь создания новых полимерных материалов.
58. Направления протекания реакций полимеров – реакции с участием групп основной цепи, концевых, боковых групп. Разнозвенность полимеров. Факторы влияющие на протекание реакций полимеров. Способы проведения реакций полимеров для обеспечения заданных конверсий и свойств полимеров.
59. Разнообразие процессов и аппаратного оформления процессов модификации полимеров.
60. Примеры производств с использованием процессов модификации на примере полимеров, находящих применение в медико-биологических областях.
61. Производство поливинилового спирта. Применение поливинилового спирта в составе имплантатов и лекарственных препаратов.
62. Производство продуктов модификации гранульных сополимеров стирола с дивинилбензолом. Введение кислых, основных, комплексообразующих групп. Применение в качестве материалов для очистки биологических жидкостей, разделения смесей природных полимеров.
63. Процессы цепной полимеризации – поливинилхлорид, полиакрилонитрил, полибутадиен, полиизопрен, полихлорпрен.
64. Получение полимеров ступенчатыми процессами – фенол-формальдегидные, мочевино-формальдегидные, меламина-формальдегидные полимеры.
65. Полиарилаты, поликарбонаты, полисульфоны.
66. Полисахариды морских водорослей.

67. Альгиновая кислота. Строение. Сырье, технологический процесс выделения из бурых водорослей. Получение альгиновой кислоты, альгинатов натрия и кальция. Характеристика полученных продуктов. Применение в качестве носителей биокатализаторов, покрытий ран и ожогов.
68. Полисахариды красных водорослей. Агар, технологический процесс выделения. Характеристика продукта. Агароза. Применение в микробиологии, биотехнологии, пищевой промышленности.
69. Каррагинаны, технологический процесс выделения. Характеристика продукта. Применение в биотехнологии в качестве носителей биокатализаторов. Применение в медицине в качестве кровеостанавливающих средств, в составе лекарственных препаратов. Применение в пищевой и косметической промышленности в качестве загустителей и гелеобразователей.
70. Целлюлоза. Сырье. Технологические схемы выделения целлюлозы. Строение целлюлозы. Микрористаллическая целлюлоза, свойства, применение в составе лекарственных форм, биосорбентов.
71. Простые эфиры целлюлозы. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, метилгидроксипропилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза и ее натриевая соль, 2-гидроксипропилцеллюлоза, этилгидроксиэтилцеллюлоза. Строение. Технологические схемы получения.
72. Сложные эфиры целлюлозы. Диацетат целлюлозы. Ацетилфталат целлюлозы. Строение. Технологические схемы получения. Характеристика продуктов. Применение в качестве материалов для создания таблетированных лекарственных форм, гемодиализных мембран.
73. Крахмал и продукты его модификации. Строение. Сырье для выделения крахмала. Технологические схемы выделения крахмала и получения продуктов его модификации. Характеристика продуктов.
74. 2-Гидроксиэтилкрахмал. Строение. Технологическая схема получения. Характеристика продукта. Использование в качестве компонента кровезаменителей.
75. Сырье для выделения пектина. Строение. Технологическая схема получения. Биотехнологическое выделение с использованием ферментных препаратов. Характеристика продукта. Использование в качестве компонентов лекарственных препаратов, энтеросорбентов, детоксикантов. Применение в пищевой и косметической промышленности в качестве загустителей и структурообразователей.
76. Полисахариды микробного и животного происхождения.
77. Гиалуроновая кислота. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных форм и имплантатов для медицины и косметологии.
78. Гепарин. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование в составе лекарственных препаратов и для создания антитромбогенных имплантатов.
79. Хондроитинсульфаты. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продуктов. Использование в составе лекарственных препаратов.
80. Белки. Общая характеристика белков.
81. Коллаген. Строение. Сырье. Технологическая схема выделения. Характеристика продукта. Использование для получения имплантатов.
82. Желатина. Строение. Технологическая схема получения из коллагена. Характеристика продукта. Применение в медицине для создания лекарственных форм и компонента кровезаменителя. Использование в микробиологии в составе питательных сред. Использование в пищевой промышленности.
83. Зеин. Строение. Технология выделения из семян кукурузы. Характеристика продукта. Использование для создания волокон и других биodeградируемых изделий.
84. Белки плазмы крови. Альбумин. Глобулины. Минорные белки. Принципы выделения белков крови. Применение в составе лекарственных препаратов.

85. Микробные полиэфиры. Строение. Технологическая схема получения. Условия культивирования микроорганизмов. Характеристика продукта. Применение для создания биodeградируемых имплантатов и шовных материалов.
86. Общие требования к неорганическим биоматериалам.
87. Неорганические материалы для медицины: классификация и основные области применения (посуда, инструменты, стоматологические пломбирующие и протезирующие материалы, имплантаты и эндопротезы).
88. Кость, ее структура, состав и физико-химические свойства, роль гидроксиапатита в структуре кости. Этапы развития протезирующих материалов. Требования к материалам для костного эндопротезирования.
89. Биоматериалы на основе стекол.
90. Особенности стеклообразного состояния, классификация и строение стекол, способы получения стекол, технологическая схема получения стеклоизделий (краткая характеристика каждой стадии).
91. Биоматериалы на основе стекла, области составов, способы получения и физико-химические свойства.
92. Кристаллические фосфаты кальция, их растворимость; основы биоактивности материалов, содержащих фосфаты кальция, методы оценки и области применения.
93. Сравнительная характеристика материалов для костного эндопротезирования на основе стекла (плотные и пористые, покрытия, гранулы, композиты)
94. Биоматериалы на основе керамики.
95. Кальций-фосфатные биоцементы (КФБЦ)
96. Состав и свойства фосфатов кальция в системе $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$.
97. Методы синтеза основных фосфатов кальция. Классификация КФБЦ. Теоретические основы твердения вяжущих композиций. Механизм твердения КФБЦ.
98. Способы получения и составы КФБЦ. Свойства КФБЦ. Ионное модифицирование КФБЦ. Способы регулирования структуры твердеющего КФБЦ. Влияние состава и структуры затвердевшего КФБЦ на скорость резорбции. Методы и области применения КФБЦ.
99. Биоматериалы на основе углерода.
100. Материалы на основе углеродных нанотрубок. Методы получения, основные свойства.

8.4. Структура и примеры билетов итогового контроля.

Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «Технология биоматериалов» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5, 6 и 7 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Экзамен по дисциплине Технология биоматериалов
18.04.01 Химическая технология
Магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Особенности стеклообразного состояния, классификация и строение стекол, способы получения стекол, технологическая схема получения стеклоизделий (краткая характеристика каждой стадии).
2. Материалы на основе углеродных нанотрубок. Методы получения, основные свойства.

Оценочный материал к экзаменационному билету

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

*Экзамен по дисциплине Технология биоматериалов
18.04.01 Химическая технология*

Магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №2

1. Сравнительная характеристика материалов для костного эндопротезирования на основе стекла (плотные и пористые, покрытия, гранулы, композиты)
2. Кальций-фосфатные биоцементы (КФБЦ)

Оценочный материал к экзаменационному билету

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного (под ред. М. И. Штильмана). - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с.

Б) Дополнительная:

1. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения - М.: Академкнига. 2006.с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Биоорганическая химия» ISSN 0132-3423
- Журнал «Биохимия» ISSN 0320-9725
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Технология биоматериалов» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	<p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher <p>InfoPath</p>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Правила производства и контроля качества веществ, средств и материалов медицинского назначения	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. • Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования. • Правила международной сертификации производства и контроля качества полимерных материалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет:</p> <p>современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>
Раздел 2. Введение	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. • Технологию получения наиболее важных и широко применяемых 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<p>синтетических и природных полимеров и область их практического использования.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов. • Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта. • Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет:</p> <p>современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</p>	
<p>Раздел 3. Синтетические полимеры (Полимеризационные полимеры)</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. • Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых полимерных продуктов. • Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Описать важнейшие способы производства и выделения синтетических и природных полимеров. • Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов. • Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта. 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет: современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</p>	
<p>Раздел 4. Синтетические полимеры (Поликонденсационные полимеры)</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. • Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых полимерных продуктов. • Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Описать важнейшие способы производства и выделения синтетических и природных полимеров. • Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов. • Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта. • Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет: современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №4 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

<p>Раздел 5. Получение полимеров химической модификацией</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. • Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых полимерных продуктов. • Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Описать важнейшие способы производства и выделения синтетических и природных полимеров. • Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов. • Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта. • Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет: современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №5 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>
<p>Раздел 6. Природные и искусственные полимеры</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. • Особенности выделения и очистки природных полимеров из растительных и животных субстратов. • Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых 	<p>Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p>полимерных продуктов.</p> <ul style="list-style-type: none"> Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> Описать важнейшие способы производства и выделения синтетических и природных полимеров. Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов. Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта. Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет: современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</p>	
Раздел 7. Неорганические и углеродные биоматериалы	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> Основные способы промышленного получения полимеров методом полимеризации, поликонденсации и химической модификацией. Влияние технологических параметров процессов на молекулярно-массовое распределение, структуру, физико-химические свойства и перерабатываемость получаемых полимерных продуктов. Технологию получения наиболее важных и широко применяемых синтетических и природных полимеров и область их практического использования. Представления о технологии производства и свойствах неорганических и углеродных биоматериалах. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> Описать важнейшие способы производства и выделения синтетических и природных 	<p>Оценка за контрольную работу №7 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p>полимеров.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценить влияние технологических параметров производственных процессов на свойства получаемых полимерных продуктов. • Выбрать наиболее приемлемый из возможных способов производства полимера и составить принципиальную технологическую схему процесса, исходя из желаемых свойств продукта. • Работать со справочно-поисковыми системами в данной информационной области, знать особенности обработки и просмотра данных библиотечных фондов. <p>Владеет:</p> <p>современными представлениями о способах синтеза промышленных полимеров.</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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., доцент, заведующий кафедрой биоматериалов Я.О. Межуев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8 от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана (Б1.В.ДВ.03.01) и рассчитана на изучение в 2 и 3 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин химии высокомолекулярных соединений.

Целью дисциплины является овладение обучающимися компетенциями и углубленными знаниями в области физики полимеров и исследования особенностей физических свойств макромолекулярных систем.

Опираясь на знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Химия высокомолекулярных соединений», программа предусматривает получение знаний в области физики полимеров. Углубленное освоение дисциплины «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» необходимо студентам, обучающимся по магистерской программе «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения» в виду наличия взаимосвязи между биосовместимостью полимерных биоматериалов, их способностью к стерилизации, изменением свойств при контакте с живыми системами и их строением и молекулярно-массовыми характеристиками. В целом дисциплина «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» тесно связана с дисциплинами органического профиля, дисциплинами «Технология биоматериалов», «Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения» и «Применение полимеров медико-биологического назначения».

Задача дисциплины – состоит в овладении магистрами комплексом компетенций, позволяющих качественно и количественно описывать поведение и свойства полимерных объектов в растворах, в кристаллическом и аморфном фазовых состояниях.

Дисциплина «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ПООП)
ПК-1 Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской	ПК-1.1 Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей, задач и ресурсов проведения	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам данного направления подготовки на рынке труда, обобщение	- проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как

работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей	<p>НИОКР ПК-1.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок ПК-1.3 Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования</p>	зарубежного опыта, проведение консультаций с ведущими работодателями отрасли, в которой востребованы выпускники данного направления подготовки.	коммерческой тайны предприятия.
ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	<p>ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов</p>	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	<p>- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов; - математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований; - составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;</p>
ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико- биологического назначения	<p>ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико- биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ</p>	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом	Анализ и обобщение данных для проведения научных исследований в области разработки лабораторных и технологических процессов синтеза полимеров медико- биологического назначения

	технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов	Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) В/02.7 Проектирование инновационных биотехнических систем и технологий	
--	---	---	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров;
- особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров;
- методы установления строения и свойств полимеров, а также их молекулярно-массовых характеристик.

Уметь:

- предсказывать основные свойства полимеров на основе известной молекулярной структуры;
- определять взаимосвязь свойств растворов полимеров с их молекулярно-массовыми характеристиками;
- использовать инструментальные методы анализа для характеристики структуры и свойств полимеров;
- работать с литературой в области физики полимеров.

Владеть:

- современными представлениями в области физики аморфных и кристаллических фазовых состояний полимеров;
- теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров;
- теорией методов, лежащих в основе определения молекулярно-массовых характеристик полимеров.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	2	72	5	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	153	1,42	51	2,83	102
Лекции	1,42	51	0,47	17	0,95	34
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102	0,95	34	1,89	68
Самостоятельная работа	1,75	63	0,58	21	1,17	42
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,75	63	0,58	21	1,17	42

Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4				0,4
Подготовка к экзамену		35,6				35,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астрон ом. ч.	ЗЕ	Астр оном. ч.	ЗЕ	Аст ооно м. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	2	54	5	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	114,75	1,42	38,25	2,83	76,5
Лекции	1,42	38,25	0,47	12,75	0,95	25,5
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5	0,95	25,5	1,89	51
Самостоятельная работа	1,75	47,25	0,58	15,65	1,17	31,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,75	47,25	0,58	15,65	1,17	31,5
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3				0,3
Подготовка к экзамену		26,7				26,7
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы программы и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
		2 семестр			
	Раздел 1. Гибкость макромолекул.	25	6	12	7
1.1	Молекулярное строение полимеров и особенности их физических свойств	12	3	6	3
1.2	Оценка гибкости макромолекул	13	3	6	4
	Раздел 2. Полимерные тела: аморфное и кристаллическое состояние полимеров.	25	6	12	7
2.1	Виды полимеров и их физических состояний	9	2	4	3
2.2	Особенности	8	2	4	2

	аморфного и кристаллического состояния линейных полимеров				
2.3	Степень кристалличности полимеров и методы ее определения	8	2	4	2
	Раздел 3. Релаксационные состояния полимеров	22	5	10	7
3.1	Стеклообразное состояние полимеров	8	2	4	2
3.2	Высокоэластическое состояние полимеров	9	2	4	3
3.3	Вязко-текучее состояние полимеров	5	1	2	2
3 семестр					
	Раздел 4. Растворы полимеров.	50	12	24	14
4.1	Свойства растворов полимеров как термодинамически равновесных систем	16	4	8	4
4.2	Отклонения от классической теории растворов изменения молекулярной массы	17	4	8	5
4.3	Фазовые равновесия в растворах полимеров	17	4	8	5
	Раздел 5. Методы исследования высокомолекулярных соединений.	50	12	24	14
5.1	Методы определения среднечисловых и средневесовых молекулярных масс	25	6	12	7
5.2	Определение степени кристалличности полимеров, температуры плавления и температуры стеклования	25	6	12	7
6	Раздел 6. Структурный анализ полимеров	54	10	20	14
	Экзамен:	36			
	Итого:	252	51	102	63

4.2. Содержание разделов программы

Раздел 1. Гибкость макромолекул

1.1. Молекулярное строение полимеров и особенности их физических свойств

Молекулярное строение полимеров: понятие конфигурации и кон-формации в приложении к макромолекулам, первичная, вторичная и третичная структура полимеров. Причины, обуславливающие гибкость цепных макромолекул. Равновесная (термодинамическая) гибкость макромолекул и области ее применения, понятие о статистическом сегменте (сегмент Куна).

1.2. Оценка гибкости макромолекул

Размер сегмента, среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции, персистентная длина цепи. Гибкость жесткоцепных макромолекул. Кинетическая (механическая) гибкость макромолекул, эластомеры и полимерные стекла. Кинетический сегмент и его зависимость от скорости механического воздействия. Релаксационные явления в полимерах, внутренняя вязкость, понятие о механическом сегменте.

Раздел 2. Полимерные тела: аморфное и кристаллическое состояние полимеров

2.1. Виды полимеров и их физических состояний

Многообразие видов полимеров и проявлений их свойств основано на цепной природе их макромолекул. Термопластичные полимеры, каучуки, волокна – результат влияния их химической структуры и физического состояния. Гибкоцепные и жесткоцепные полимеры, трехмерные сетки. Полимеры изоляторы и проводники. Электронные и магнитные свойства полимеров с системой сопряженных двойных связей.

2.2. Особенности аморфного и кристаллического состояния линейных полимеров

Глобулярные кристаллы монодисперсных полимеров. Пространственная организация и стереорегулярность линейных макромолекул как основное условие кристаллизации полимеров. Возникновение первичных коротких и длинных нитевидных ламелей (микрофибрилл), образование пластинчатых монокристаллов и сферолитов.

2.3. Степень кристалличности полимеров и методы ее определения

Уравнение Авраами. Полимерные кристаллиты с полностью вытянутыми цепями. Особенности механических свойств кристаллических полимеров. Мезоморфные состояния низкомолекулярных веществ, жидкие и пластические кристаллы. Мезогенные группы в макромолекулах. Лиотропные жидкие кристаллы высокомолекулярных соединений, теоретический анализ и диаграммы состояний. Термотропные жидкие кристаллы высокомолекулярных соединений. Жидкокристаллические полимеры с мезогенными группами в основной и боковых полимерных цепях.

Раздел 3. Релаксационные состояния полимеров

3.1. Стеклообразное состояния полимеров

Физические методы и информация получаемая при изучении фазовых переходов второго рода в аморфных полимерах. Природа стеклообразного состояния в полимерах.

Структура макромолекул и области температурных переходов из стеклообразного в высокоэластическое состояние. Температура стеклования и ее зависимость от температурного режима охлаждения. Работоспособность полимеров в стеклообразном состоянии, температура хрупкости.

3.2. Высокоэластическое состояние полимеров

Причины, обуславливающие проявление высокоэластических свойств в полимерах. Термодинамический анализ высокоэластичности (Флори) и идеальный высокоэластический полимер. Природа релаксационных явлений в высокополимерах, упругое последствие и гистерезис. Механические модели, учитывающие проявление высокоэластических свойств в полимерах.

3.3. Вязко-текучее состояние полимеров

Вязко-текучее состояние полимеров и многуровневый механизм течения расплавов полимеров. Механические и вязкостные свойства текучих полимерных систем. Особенности течения наполненных полимерных систем.

Раздел 4. Растворы полимеров

4.1. Свойства растворов полимеров как термодинамически равновесных систем

Термодинамика растворов полимеров: изменение энтальпии и энтропии при переходе полимера в раствор, неидеальность растворов полимеров, критические температуры смешения полимера и растворителя. Классическая теория растворов полимеров Флори - Хаггинса. Второй вириальный коэффициент и его связь со свободной энергией. Хорошие, плохие и θ -растворители.

4.2. Отклонения от классической теории растворов

Неприменимость классической теории к описанию свойств разбавленных растворов полимеров. Понятие исключенного объема и его связь с "набуханием" и "сжатием" полимерных клубков в растворах.

4.3. Фазовые равновесия в растворах полимеров

Влияние жесткости макромолекул на процесс разделения фаз, возникновение жидкокристаллической организации макромолекул.

Раздел 5. Методы исследования высокомолекулярных соединений

5.1. Методы определения среднечисловых и средневесовых молекулярных масс

По концевым группам (химический анализ, ИК-, ЯМР); по данным осмотического давления; по изменению температуры кипения (эбулиоскопия) и кристаллизации (криоскопия) растворов. Определение молекулярного веса на основе уравнения Марка-Хаувинка. Вычисление сегмента Куна, второго вириального коэффициента и параметра взаимодействия полимер-растворитель. Светорассеяние в растворах полимеров и его применение для определения молекулярных весов. Определение второго вириального коэффициента и среднего радиуса инерции клубка. Анализ ММР и определения молекулярного веса полимеров. Принцип и возможности метода. Полимерные сетки и определение их параметров по набуханию и механическим свойствам.

5.2. Определение степени кристалличности полимеров, температуры плавления и температуры стеклования

Дифференциальный термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, рентгеновский анализ. Термомеханические испытания полимеров, дилатометрия, адиабатическая сканирующая калориметрия.

Раздел 6. Структурный анализ полимеров

ИК - спектральный анализ полимеров, особенности ЯМР-спектроскопии полимеров в растворах и твердой фазе. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ полимеров.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	<i>Знать:</i>						
1	основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров;	+	+	+	+	+	+
2	особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров;	+	+	+	+	+	+
3	методы установления строения и свойств полимеров, а также их молекулярно-массовых характеристик.				+	+	+
	<i>Уметь:</i>						
4	предсказывать основные свойства полимеров на основе известной молекулярной структуры;	+	+	+			
5	определять взаимосвязь свойств растворов полимеров с их молекулярно-массовыми характеристиками;	+	+		+	+	
6	использовать инструментальные методы анализа для характеристики структуры и свойств полимеров;			+		+	+
7	работать с литературой в области физики полимеров	+	+	+	+	+	+
	<i>Владеть:</i>						
8	современными представлениями в области физики аморфных и кристаллических фазовых состояний полимеров;	+	+	+			+
9	теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров;		+	+			
10	теорией методов, лежащих в основе определения молекулярно-массовых характеристик полимеров.	+			+	+	
<i>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>							
11	ПК-1 Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной	ПК-1.1 Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей,	+	+	+	+	+

	научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей	задач и ресурсов проведения НИОКР ПК-1.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок ПК-1.3 Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования						
12	ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	+	+	+	+	+	+
13	ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-	+	+	+	+	+	+

	медико-биологического назначения	биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов						
--	----------------------------------	---	--	--	--	--	--	--

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов
1.1	Молекулярное строение полимеров и особенности их физических свойств	6
1.2	Оценка гибкости макромолекул	6
2.1	Виды полимеров и их физических состояний	4
2.2	Особенности аморфного и кристаллического состояния линейных полимеров	4
2.3	Степень кристалличности полимеров и методы ее определения	4
3.1	Стеклообразное состояния полимеров	4
3.2	Высокоэластическое состояние полимеров	4
3.3	Вязко-текучее состояние полимеров	2
4.1	Свойства растворов полимеров как термодинамически равновесных систем	8
4.2	Отклонения от классической теории растворов изменения	8

	молекулярной массы	
4.3	Фазовые равновесия в растворах полимеров	8
5.1	Методы определения среднечисловых и средневесовых молекулярных масс	12
5.2	Определение степени кристалличности полимеров, температуры плавления и температуры стеклования	12
6.3	Структурный анализ полимеров	20

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 63 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Второй семестр

Раздел 1.

1. Молекулярное строение полимеров: понятие конфигурации и конформации в приложении к макромолекулам, первичная, вторичная и третичная структура полимеров.
2. Факторы, определяющие вторичную структуру полимеров.
 1. Причины, обуславливающие гибкость цепных макромолекул.
 2. Равновесная (термодинамическая) гибкость макромолекул и области ее применения, понятие о статистическом сегменте (сегмент Куна).
 3. Размер сегмента, среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции, персистентная длина цепи.
 4. Гибкость жесткоцепных макромолекул.
 5. Кинетическая (механическая) гибкость макромолекул, эластомеры и полимерные стекла.
 6. Кинетический сегмент и его зависимость от скорости механического воздействия.

Раздел 2.

1. Релаксационные явления в полимерах, внутренняя вязкость, понятие о механическом сегменте.
2. Термопластичные полимеры, каучуки, волокна.
3. Гибкоцепные и жесткоцепные полимеры, трехмерные сетки.
4. Полимеры изоляторы и проводники. Электронные и магнитные свойства полимеров с системой сопряженных двойных связей.
5. Глобулярные кристаллы монодисперсных полимеров. Пространственная организация и стереорегулярность линейных макромолекул как основное условие кристаллизации полимеров.
6. Возникновение первичных коротких и длинных нитевидных ламелей (микрофибрилл), образование пластинчатых монокристаллов и сферолитов.
7. Уравнение Аврами.
8. Полимерные кристаллиты с полностью вытянутыми цепями.
9. Особенности механических свойств кристаллических полимеров.
10. Мезоморфные состояния низкомолекулярных веществ, жидкие и пластические кристаллы. Мезогенные группы в макромолекулах.
11. Лиотропные жидкие кристаллы высокомолекулярных соединений, теоретический анализ и диаграммы состояний.
12. Термотропные жидкие кристаллы высокомолекулярных соединений.
13. Жидкокристаллические полимеры с мезогенными группами в основной и боковых полимерных цепях.
14. Физические методы и информация, получаемая при изучении фазовых переходов второго рода в аморфных полимерах.

Раздел 3.

1. Природа стеклообразного состояния в полимерах.
2. Структура макромолекул и области температурных переходов из стеклообразного в высокоэластическое состояние.
3. Температура стеклования и ее зависимость от температурного режима охлаждения. Работоспособность полимеров в стеклообразном состоянии, температура хрупкости.
4. Причины, обуславливающие проявление высокоэластических свойств в полимерах.
5. Термодинамический анализ высокоэластичности (Флори) и идеальный высокоэластический полимер.
6. Природа релаксационных явлений в высокополимерах, упругое последствие и гистерезис.
7. Механические модели, учитывающие проявление высокоэластических свойств в полимерах.
8. Вязкотекучее состояние полимеров и многуровневый механизм течения расплавов полимеров.
9. Механические и вязкостные свойства текучих полимерных систем. Особенности течения наполненных полимерных систем.

Третий семестр

Раздел 4.

10. Растворы полимеров. Особенности растворов полимеров.
11. Набухание ограниченное и неограниченное. Кинетика набухания.
12. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения. Влияние различных факторов (фазового состояния, гибкости цепи, плотности упаковки, молекулярной массы) на способность полимеров к растворению.
13. Идеальные растворы. Функции смешения и их расчет для случая образования идеальных растворов.

14. Коллигативные свойства растворов полимеров. Вывод закона Рауля. Отрицательные и положительные отклонения от закона Рауля. Какие отклонения от закона Рауля свойственны полимерам. Определение молекулярной массы полимеров по данным о давлении пара растворителя над их растворами при заданной концентрации.
15. Эбулиоскопия. Вывод эбуллиоскопического закона. Расчет молекулярной массы растворенных полимеров эбуллиоскопическим методом.
16. Криоскопия. Вывод криоскопического закона. Расчет молекулярной массы растворенных полимеров криоскопическим методом.
17. Вывод закона Вант-Гоффа в вириальной форме для растворов полимеров. Осмометрия. Определение молекулярной массы растворенного полимера и второго вириального коэффициента осмометрическим методом.
18. Вывод закона Вант-Гоффа в вириальной форме для растворов полимеров. Осмометрия. Определение второго вириального коэффициента и константы Хаггинса осмометрическим методом. Термодинамическое качество растворителей и его количественные характеристики.
19. Теория регулярных растворов: определение регулярных растворов, вывод уравнения для энтальпии смешения растворенного вещества в бесконечном количестве растворителя. Энтальпия смешения частиц различных размеров, напишите уравнение Гильдебранда – Скетчарда.
20. Вывод уравнения Гильдебранда – Скетчарда. Параметр растворимости его физический смысл, методы экспериментального определения и предсказательная способность.
21. Исходя из уравнения Гильдебранда – Скетчарда выведите выражения для парциальной молярной энтальпии смешения растворенного вещества и растворителя.
22. Атермические растворы, основные допущения теории Флори - Хаггинса. Напишите уравнение для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса.
23. Напишите уравнения для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса. Основные достоинства и недостатки теории Флори – Хаггинса.
24. Исходя из уравнения для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса, с учетом энтальпии смешения, получить уравнения для парциальной молярной энтропии смешения растворителя и растворенного вещества, химического потенциала растворителя и растворенного вещества, а также энергии Гиббса смешения (учитывать энтальпию смешения).
25. Исходя из уравнения для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса вывести уравнения для расчета активности растворителя и растворенного вещества.
26. Константа Хаггинса, оттенки ее физического смысла. Определение константы Хаггинса по значению давления пара растворителя над раствором полимера. Термодинамическое качество растворителей.
27. Константа Хаггинса, оттенки ее физического смысла. Методы осмометрический метод определения константы Хаггинса, вывод взаимосвязи второго вириального коэффициента с константой Хаггинса. Термодинамическое качество растворителей.
28. Фазовые диаграммы полимер – растворитель. Бинодаль. ВКТР и НКТР, причины возникновения. Взаимосвязь критической объемной доли полимера и среднего числа сегментов в полимерной цепи.
29. Приведите основные виды фазовых диаграмм полимеров. Вывод уравнений для расчета критической объемной доли полимера, критической константы Хаггинса и критической температуры смешения.
30. Теория Флори – Кигбаума. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения. Расчет термодинамических функций смешения в теории Флори - Киргбаума.
31. Θ – температура. Связь химического потенциала растворителя с Θ – температурой. Температуры Флори и Роулинса. Вывод взаимосвязи Θ -температуры, критической температуры и молекулярной массы полимера.

32. Термодинамическое качество растворителей. Количественные характеристики качества растворителей: второй вириальный коэффициент и константа Хаггинса. Степень набухания полимерных клубков. Уравнения состояния растворов полимеров. Θ – температура с позиции уравнения состояния растворов полимеров.

Раздел 5.

1. Вязкость, относительная вязкость, удельная вязкость, приведенная вязкость и характеристическая вязкость растворов полимеров. От каких факторов зависят перечисленные величины. Экспериментальное определение характеристической вязкости.
2. Экспериментальное определение характеристической вязкости. Вывод уравнения Хаггинса в теории вязкости Эйнштейна. Что характеризует величина визкозиметрической константы Хаггинса.
3. Зависимость удельной вязкости от концентрации. Напишите уравнения Хаггинса, Кремера и Мартина и охарактеризуйте концентрационную область их применения.
4. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой растворенного полимера.
5. Уравнения Штаудингера и Марка – Куна – Хаувинка. Константы (K) и (a) их физический смысл и экспериментальное определение. Как изменяется значение константы (a) в зависимости от гибкости цепи. Область применения уравнения Марка – Куна – Хаувинка.
6. Вывод закона Эйнштейна и уравнения Флори – Фокса для Θ - условий. Универсальная визкозиметрическая константа. Определение формы макромолекул визкозиметрическим методом.
7. Исходя из уравнения Флори – Фокса выведите уравнения для расчета константы константы K_Θ . Определение формы макромолекул из полученной взаимосвязи.
8. Характеристическая вязкость как мера термодинамического качества растворителя. Эмпирическое уравнение взаимосвязи характеристической вязкости со вторым вириальным коэффициентом. Уравнение Штокмайера – Фиксмана и метод графического определения его параметров.
9. Гель – проникающая хроматография (ГПХ): принцип метода, материалы для изготовления гелей. Объем удержания (элюативный объем). Связь объема удержания, объема подвижной фазы и объема пор и экспериментальное определение этих величин. Коэффициент объемного распределения пор по размерам.
10. Универсальная калибровочная зависимость в методе ГПХ. Расчет молекулярной массы исследуемого полимера по молекулярной массе стандарта.
11. Последовательность расчета экспериментальных кривых ГПХ. Расчет среднечисловой и средневесовой молекулярных масс. Расчет параметра полидисперсности Шульца.
12. Светорассеяние. Причины светорассеяния растворами. Релеевское рассеяние, уравнение Релея. Мутность.
13. Рассеяние света растворами полимеров низких и высоких молекулярных масс. Уравнение Дебая. Анализ уравнения Дебая для случая растворов полимеров низких молекулярных масс. Применение уравнения Дебая к растворам высоких молекулярных масс, определение молекулярной массы методом Зимма.

Раздел 6.

1. Специфика ИК-спектроскопии как метода анализа строения полимеров.
2. Специфика ЯМР-спектроскопии как метода анализа строения полимеров.
3. Специфика рентгенофазового анализа структуры полимеров.
4. Специфика рентгеноструктурного анализа структуры полимеров.
5. Особенности твердофазной ЯМР спектроскопии.
6. Валентные и деформационные колебания в полимерах.
7. Взаимосвязь конформационного состояния макромолекул и их спектральных свойств.
8. Особенности ЯМР ^{13}C спектроскопии полимеров

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Равновесная (термодинамическая) гибкость макромолекул и области ее применения, понятие о статистическом сегменте (сегмент Куна).
2. Размер сегмента, среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции, персистентная длина цепи.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Многообразие видов полимеров и проявлений их свойств основано на цепной природе их макромолекул.
2. Термопластичные полимеры, каучуки, волокна – результат влияния их химической структуры и физического состояния.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Физические методы и информация, получаемая при изучении фазовых переходов второго рода в аморфных полимерах.
2. Природа стеклообразного состояния в полимерах.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Растворы полимеров. Особенности растворов полимеров. Набухание ограниченное и неограниченное. Кинетика набухания.
2. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения. Влияние различных факторов (фазового состояния, гибкости цепи, плотности упаковки, молекулярной массы) на способность полимеров к растворению.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Термодинамическое качество растворителей. Количественные характеристики качества растворителей: второй вириальный коэффициент и константа Хаггинса. Степень набухания полимерных клубков. Уравнения состояния растворов полимеров. Θ – температура с позиции уравнения состояния растворов полимеров.
2. Характеристическая вязкость как мера термодинамического качества растворителя. Эмпирическое уравнение взаимосвязи характеристической вязкости со вторым вириальным коэффициентом. Уравнение Штокмайера – Фиксмана и метод графического определения его параметров.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Специфика ИК-спектроскопии как метода анализа строения полимеров.
2. Специфика ЯМР-спектроскопии как метода анализа строения полимеров.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

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

Максимальное количество баллов экзамен (3 семестр) – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

1. Растворы полимеров. Особенности растворов полимеров.
2. Набухание ограниченное и неограниченное. Кинетика набухания.
1. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения. Влияние различных факторов (фазового состояния, гибкости цепи, плотности упаковки, молекулярной массы) на способность полимеров к растворению.
2. Идеальные растворы. Функции смешения и их расчет для случая образования идеальных растворов.
3. Коллигативные свойства растворов полимеров. Вывод закона Рауля. Отрицательные и положительные отклонения от закона Рауля. Какие отклонения от закона Рауля свойственны полимерам. Определение молекулярной массы полимеров по данным о давлении пара растворителя над их растворами при заданной концентрации.
4. Эбулиоскопия. Вывод эбуллиоскопического закона. Расчет молекулярной массы растворенных полимеров эбуллиоскопическим методом.
5. Криоскопия. Вывод криоскопического закона. Расчет молекулярной массы растворенных полимеров криоскопическим методом.
6. Вывод закона Вант-Гоффа в вириальной форме для растворов полимеров. Осмометрия. Определение молекулярной массы растворенного полимера и второго вириального коэффициента осмометрическим методом.
7. Вывод закона Вант-Гоффа в вириальной форме для растворов полимеров. Осмометрия. Определение второго вириального коэффициента и константы Хаггинса осмометрическим методом. Термодинамическое качество растворителей и его количественные характеристики.
8. Теория регулярных растворов: определение регулярных растворов, вывод уравнения для энтальпии смешения растворенного вещества в бесконечном количестве растворителя.

- Энтальпия смешения частиц различных размеров, напишите уравнение Гильдебранда – Скетчарда.
9. Вывод уравнения Гильдебранда – Скетчарда. Параметр растворимости его физический смысл, методы экспериментального определения и предсказательная способность.
 10. Исходя из уравнения Гильдебранда – Скетчарда выведите выражения для парциально молярной энтальпии смешения растворенного вещества и растворителя.
 11. Атермические растворы, основные допущения теории Флори - Хаггинса. Напишите уравнение для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса.
 12. Напишите уравнения для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса. Основные достоинства и недостатки теории Флори – Хаггинса.
 13. Исходя из уравнения для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса, с учетом энтальпии смешения, получить уравнения для парциальной молярной энтропии смешения растворителя и растворенного вещества, химического потенциала растворителя и растворенного вещества, а также энергии Гиббса смешения (учитывать энтальпию смешения).
 14. Исходя из уравнения для энтропии смешения в теории Флори – Хаггинса вывести уравнения для расчета активности растворителя и растворенного вещества.
 15. Константа Хаггинса, оттенки ее физического смысла. Определение константы Хаггинса по значению давления пара растворителя над раствором полимера. Термодинамическое качество растворителей.
 16. Константа Хаггинса, оттенки ее физического смысла. Методы осмометрический метод определения константы Хаггинса, вывод взаимосвязи второго вириального коэффициента с константой Хаггинса. Термодинамическое качество растворителей.
 17. Фазовые диаграммы полимер – растворитель. Бинодаль. ВКТР и НКТР, причины возникновения. Взаимосвязь критической объемной доли полимера и среднего числа сегментов в полимерной цепи.
 18. Приведите основные виды фазовых диаграмм полимеров. Вывод уравнений для расчета критической объемной доли полимера, критической константы Хаггинса и критической температуры смешения.
 19. Теория Флори – Кигбаума. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения. Расчет термодинамических функций смешения в теории Флори - Киргбаума.
 20. Θ – температура. Связь химического потенциала растворителя с Θ – температурой. Температуры Флори и Роулинса. Вывод взаимосвязи Θ -температуры, критической температуры и молекулярной массы полимера.
 21. Термодинамическое качество растворителей. Количественные характеристики качества растворителей: второй вириальный коэффициент и константа Хаггинса. Степень набухания полимерных клубков. Уравнения состояния растворов полимеров. Θ – температура с позиции уравнения состояния растворов полимеров.
 22. Вязкость, относительная вязкость, удельная вязкость, приведенная вязкость и характеристическая вязкость растворов полимеров. От каких факторов зависят перечисленные величины. Экспериментальное определение характеристической вязкости.
 23. Экспериментальное определение характеристической вязкости. Вывод уравнения Хаггинса в теории вязкости Эйнштейна. Что характеризует величина визкозиметрической константы Хаггинса.
 24. Зависимость удельной вязкости от концентрации. Напишите уравнения Хаггинса, Кремера и Мартина и охарактеризуйте концентрационную область их применения.
 25. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой растворенного полимера.
 26. Уравнения Штаудингера и Марка – Куна – Хаувинка. Константы (K) и (a) их физический смысл и экспериментальное определение. Как изменяется значение константы (a) в зависимости от гибкости цепи. Область применения уравнения Марка – Куна – Хаувинка.

27. Вывод закона Эйнштейна и уравнения Флори – Фокса для Θ - условий. Универсальная визкозиметрическая константа. Определение формы макромолекул визкозиметрическим методом.
28. Исходя из уравнения Флори – Фокса выведите уравнения для расчета константы константы K_Θ . Определение формы макромолекул из полученной взаимосвязи.
29. Характеристическая вязкость как мера термодинамического качества растворителя. Эмпирическое уравнение взаимосвязи характеристической вязкости со вторым виральным коэффициентом. Уравнение Штокмайера – Фиксмана и метод графического определения его параметров.
30. Гель – проникающая хроматография (ГПХ): принцип метода, материалы для изготовления гелей. Объем удержания (элюативный объем). Связь объема удержания, объема подвижной фазы и объема пор и экспериментальное определение этих величин. Коэффициент объемного распределения пор по размерам.
31. Универсальная калибровочная зависимость в методе ГПХ. Расчет молекулярной массы исследуемого полимера по молекулярной массе стандарта.
32. Последовательность расчета экспериментальных кривых ГПХ. Расчет среднечисловой и средневесовой молекулярных масс. Расчет параметра полидисперсности Шульца.
33. Светорассеяние. Причины светорассеяния растворами. Релеевское рассеяние, уравнение Релея. Мутность.
34. Рассеяние света растворами полимеров низких и высоких молекулярных масс. Уравнение Дебая. Анализ уравнения Дебая для случая растворов полимеров низких молекулярных масс. Применение уравнения Дебая к растворам высоких молекулярных масс, определение молекулярной массы методом Зимма.
35. Специфика ИК-спектроскопии как метода анализа строения полимеров.
36. Специфика ЯМР-спектроскопии как метода анализа строения полимеров.
37. Специфика рентгенофазового анализа структуры полимеров.
38. Специфика рентгеноструктурного анализа структуры полимеров.
39. Особенности твердофазной ЯМР спектроскопии.

8.4. Структура и примеры билетов итогового контроля.

Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 4, 5 и 6 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
Зав. каф.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

кафедра биоматериалов

Экзамен по дисциплине Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов

18.04.01 Химическая технология

Магистерская программа – «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Равновесная (термодинамическая) гибкость макромолекул и области ее применения, понятие о статистическом сегменте (сегмент Куна).

2. Уравнение Аврами.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

«Утверждаю»
Зав. каф.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
кафедра биоматериалов

Экзамен по дисциплине Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов

18.04.01 Химическая технология
Магистерская программа – «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Идеальные растворы. Функции смешения и их расчет для случая образования идеальных растворов.
2. Характеристическая вязкость как мера термодинамического качества растворителя. Эмпирическое уравнение взаимосвязи характеристической вязкости со вторым виральным коэффициентом. Уравнение Штокмайера – Фиксмана и метод графического определения его параметров.

Оценочный материал к экзаменационному билету

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

«Утверждаю»
Зав. каф.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
кафедра биоматериалов

Экзамен по дисциплине Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов

18.04.01 Химическая технология
Магистерская программа – «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №2

1. Вывод закона Вант-Гоффа в вириальной форме для растворов полимеров. Осмометрия. Определение молекулярной массы растворенного полимера и второго вириального коэффициента осмометрическим методом.
2. Зависимость удельной вязкости от концентрации. Напишите уравнения Хаггинса, Кремера и Мартина и охарактеризуйте концентрационную область их применения.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Основная литература

1. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения / - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.

Дополнительная литература

1. Бартенев Г. М., Френкель С.Я. Физика полимеров /- Л. : Химия, 1990. - 432с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физика высокомолекулярных соединений в технологии биоматериалов» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
2 семестр		

<p>Раздел 1. Гибкость макромолекул</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров; • особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • предсказывать основные свойства полимеров на основе известной молекулярной структуры; • определять взаимосвязь свойств растворов полимеров с их молекулярно-массовыми характеристиками; • работать с литературой в области физики полимеров. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области физики аморфных и кристаллических фазовых состояний полимеров; • теорией методов, лежащих в основе определения молекулярно-массовых характеристик полимеров. 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Полимерные тела: аморфное и кристаллическое состояние полимеров.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров; • особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • предсказывать основные свойства полимеров на основе известной молекулярной структуры; • определять взаимосвязь свойств растворов полимеров с их молекулярно-массовыми характеристиками; • работать с литературой в области физики полимеров. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области физики аморфных и кристаллических фазовых 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p>

	<p>состояний полимеров;</p> <ul style="list-style-type: none"> • теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров; 	
Раздел 3. Релаксационные состояния полимеров.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров; • особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • предсказывать основные свойства полимеров на основе известной молекулярной структуры; • использовать инструментальные методы анализа для характеристики структуры и свойств полимеров; • работать с литературой в области физики полимеров. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области физики аморфных и кристаллических фазовых состояний полимеров; • теорией методов, лежащих в основе тестирования свойств полимеров; 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p>
3 семестр		
Раздел 4. Растворы полимеров.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров; • особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров; • методы установления строения и свойств полимеров, а также их молекулярно-массовых характеристик. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • определять взаимосвязь свойств растворов полимеров с их молекулярно-массовыми характеристиками; • работать с литературой в области физики полимеров. 	<p>Оценка за контрольную работу №4 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> теорией методов, лежащих в основе определения молекулярно-массовых характеристик полимеров. 	
<p>Раздел 5. Методы исследования высокомолекулярных соединений.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров; особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров; методы установления строения и свойств полимеров, а также их молекулярно-массовых характеристик. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> определять взаимосвязь свойств растворов полимеров с их молекулярно-массовыми характеристиками; использовать инструментальные методы анализа для характеристики структуры и свойств полимеров; работать с литературой в области физики полимеров. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> теорией методов, лежащих в основе определения молекулярно-массовых характеристик полимеров. 	<p>Оценка за контрольную работу №5 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>
<p>Раздел 6. Структурный анализ полимеров</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> основные понятия, используемые в физике полимеров для характеристики строения, структуры и свойств полимеров; особенности влияния строения и молекулярно-массовых характеристик на физические свойства полимеров; методы установления строения и свойств полимеров, а также их молекулярно-массовых характеристик. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> использовать инструментальные методы анализа для характеристики структуры и 	<p>Оценка за контрольную работу № 6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	свойств полимеров; <ul style="list-style-type: none"> • работать с литературой в области физики полимеров. <i>Владеет:</i> <ul style="list-style-type: none"> • современными представлениями в области физики аморфных и кристаллических фазовых состояний полимеров. 	
--	--	--

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

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

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

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия высокомолекулярных соединений»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., доцент, заведующий кафедрой биоматериалов Я.О. Межуев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Кафедры биоматериалов, протокол № 8 от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия высокомолекулярных соединений» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.04) и рассчитана на изучение в двух семестров.

Целью дисциплины является приобретение обучающимися компетенций и углубленных знаний в области закономерностей реакций синтеза полимеров и химических реакций с участием макромолекул.

Опираясь на знания, полученные в ходе изучения дисциплин химического профиля, программа предусматривает получение знаний в области химии и физики высокомолекулярных соединений.

Задача дисциплины – получение магистрантами необходимого объема знаний, позволяющих свободно ориентироваться в области химии высокомолекулярных соединений, их применения в различных областях, включая медицину и биологию.

Дисциплина «Химия высокомолекулярных соединений» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности
ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию ПК-2.3. Владеет	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими	- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; - подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

	навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	
--	--	---	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации
- Особенности химических реакций с участием макромолекул
- Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации
- Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами

Уметь:

- Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров
- Написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров

Владеть:

- Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	4	144	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	2.83	102	1.89	68	0.94	34
Лекции	0.94	34	0.94	34		
Практические занятия (ПЗ)	1.89	68	0.94	34	0.94	34
Самостоятельная работа	2.17	78	1.11	40	1.06	38
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2.17	78	1.11	40	1.06	38
Вид итогового контроля:			Экзамен (36)		Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр ч.	ЗЕ	Астр ч.	ЗЕ	Астр ч.

Общая трудоемкость дисциплины	7	189	4	108	2	54
Контактная работа аудиторные занятия:	2.83	76.5	1.89	51	0.94	25.5
Лекции	0.94	25.5	0.94	25.5		
Практические занятия (ПЗ)	1.89	51	0.94	25.5	0.94	25.5
Самостоятельная работа	2.17	58,5	1.11	30	1.06	28,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2.17	58,5	1.11	30	1.06	28,5
Вид итогового контроля:			Экзамен (27)		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
2 семестр					
	Раздел 1. Введение в химию макромолекул	12	4	4	4
1.1	Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено	6	2	2	2
1.2	Основные отличия процессов полимеризации протекающих по ступенчатому и цепному механизмам	6	2	2	2
	Раздел 2. Теория радикальной полимеризации	48	15	15	18
2.1	Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул	23	7	7	9
2.2	Значения констант и энергетика радикальной полимеризации	25	8	8	9
	Раздел 3. Катион-радикальные, катионные и	48	15	15	18

	анионные процессы синтеза макромолекул				
3.1	Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения	12	3	3	6
3.2	Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь	9	3	3	3
3.3	Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью	9	3	3	3
3.4	Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации	9	3	3	3
3.5	Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта	9	3	3	3
	Экзамен (36)				
3 семестр					
	Раздел 4. Метатезис, полимеризация циклов, сополимеризация	28		12	16
4.1	Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов	7		3	4
4.2	Значение термодинамических параметров и полимеризация	7		3	4
4.3	Циклические	7		3	4

	мономеры и виды полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла				
4.4	Общее рассмотрение цепной сополимеризации	7		3	4
	Раздел 5. Ступенчатые процессы синтеза макромолекул	28		12	16
5.1	Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования	14		6	8
5.2	Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы	14		6	8
	Раздел 6. Реакции с участием макромолекул	26		10	16
6.1	Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп	13		5	8
6.2	Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы	13		5	8
	Итого:	216	34	68	78

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в химию макромолекул

1.1. Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено.

Способы изображения полимерных молекул. Три основных отличия полимеров: цепная структура, наличие в цепи повторяющихся звеньев или

цепных фрагментов, наличие высокой молекулярной массы. Молекулярный вес, полидисперсность и молекулярно-массовое распределение полимеров (ММР). Методы усреднения молекулярного веса полимеров. Примеры природных, синтетических и искусственных полимеров. Номенклатура и классификация полимеров. Основные способы получения синтетических полимеров из низкомолекулярных веществ (мономеров) методами ступенчатой и цепной полимеризации или химическим воздействием на исходные полимеры.

1.2. Основные отличия процессов полимеризации, протекающих по ступенчатому и цепному механизмам.

Типы мономеров склонных к реакциям цепной полимеризации. Цепная полимеризация виниловых мономеров, инициируемая активными центрами радикального, катионного или анионного характера. Образование высокомолекулярных полимеров на начальной стадии по реакции активного центра растущей цепи с мономером и наличие обрыва цепи как основные характеристики цепной полимеризации. Влияние заместителя при двойной углерод-углеродной связи мономера на способность к полимеризации под влиянием различных типов активных центров. Первичная и вторичная структура полимерной цепи, понятие о стереорегулярности.

Раздел 2. Теория радикальной полимеризации

2.1. Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул.

Мономеры, применяемые для радикальной полимеризации. Инициаторы и рост цепи при свободно-радикальной полимеризации, кинетическое описание процесса. Пути обрыва цепи при радикальной полимеризации, кинетическая длина цепи, молекулярный вес и молекулярно-массовое распределение.

2.2. Значения констант и энергетика радикальной полимеризации.

Передача цепи при радикальной полимеризации, применение передатчиков для регулирования молекулярной массы, теломеризация. Передача цепи на полимер и возникновение разветвленных полимеров. Ингибирование и торможение полимеризации, типы ингибиторов и замедлителей. Автоингибирование при полимеризации аллильных мономеров. Способы проведения радикальной полимеризации и их характеристика. Полимеры, получаемые по реакции радикальной полимеризации.

Раздел 3. Катион-радикальные, катионные и анионные процессы синтеза макромолекул

3.1. Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения.

Получение полианилина, полипиррола и политиофена методами окислительной полимеризации исходных насыщенных мономеров. Электронное строение и специфические свойства таких полимеров и их использование в качестве материалов для имплантатов, искусственных мышц и высокочувствительных биосенсоров.

3.2. Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь.

Влияние заместителей в молекулах мономеров на их склонность к катионной полимеризации. Способы инициирования катионной полимеризации. Рост и обрыв цепи при катионной полимеризации. Упрощенная кинетическая схема катионной полимеризации и энергетические характеристики процесса. Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику катионной полимеризации. Трудности при интерпретировании кинетических исследований, роль контактных ионных пар и свободных катионов в реакции полимеризации и значения констант инициирования и роста. Передача цепи на мономер и полимер и ММР полимеров, получаемых при катионной полимеризации. Промышленные полимеры, получаемые по реакции катионной полимеризации.

3.3. Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью.

Влияние заместителей в молекулах мономеров на их склонность к анионной полимеризации. Способы инициирования анионной полимеризации. Кинетика анионной полимеризации на свободных ионах, рост и обрыв (передача) кинетической цепи. Стереорегулирование при анионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров на алкилах лития. Безобрывная полимеризация, скорость и длина кинетической цепи при безобрывной полимеризации.

3.4. Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации.

Сольватно-разделенные и контактные ионные пары. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, получаемых в отсутствие реакций обрыва. Значения констант роста и энергетика процессов при безобрывной полимеризации. Явление ассоциации при инициировании живой полимеризации алкилами лития. Получение диблочных, полиблочных, привитых, гребне- и звездообразных сополимеров. Морфологические особенности на границах раздела фаз блок- и привитых сополимеров.

3.5. Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта.

Анионно-координационная полимеризация. Образование активных центров, инициирование, рост и обрыв (передача) цепи на комплексных координационных катализаторах. Кинетические особенности полимеризации на таких катализаторах. Стереоспецифическая полимеризация α -олефинов и вероятные механизмы стереорегулирования. Получение стереорегулярных полимеров бутадиена и изопрена на катализаторах типа Циглера-Натта и металлалкилах. Механизм стереорегулирования при полимеризации сопряженных диенов. Оптически активные полимеры. Статистические модели роста цепи. Промышленные полимеры, получаемые на комплексных координационных катализаторах.

Раздел 4. Метатезис, полимеризация циклов, сополимеризация

4.1. Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов.

Метатезис, протекающей под действием комплексных катализаторов на основе W, Mo, Ru через стадию полного разрыва двойных углерод-углеродных связей и их последующей регенерации. Сохранение неизменного числа двойных связей в реакционной системе – уникальная особенность полимеризации

циклоолефинов под влиянием катализаторов метатезиса. Механизм и цепной характер реакции метатезиса линейных и циклических олефинов. Образование активных металл-карбеновых комплексов, инициирование, рост и обрыв (передача) цепи при метатезисной полимеризации циклоолефинов. Молекулярная масса и ММР полимеров циклоолефинов. Термодинамика процессов полимеризации циклоолефинов, протекающей с раскрытием цикла. Межмолекулярные и внутримолекулярные обменные реакции в процессах роста цепи. Критическая концентрация и циклодеструкция ненасыщенных карбоциклических полимеров. Получение электропроводящего полиацетилена метатезисной полимеризацией циклооктатетраена. Полимеры циклоолефинов (полиалкенамеры), получаемые на комплексных катализаторах по реакции метатезиса.

4.2. Значение термодинамических параметров и полимеризация.

Влияние строения исходного мономера на его способность к полимеризации. Энергии связей и теплоты полимеризации мономеров, содержащих двойные и тройные связи. Энтальпия, энтропия и энергия Гиббса в процессах полимеризации алкенов. Общее рассмотрение способности мономеров к полимеризации на основе значений термодинамических параметров. Термодинамический запрет на полимеризацию некоторых мономеров. Влияние заместителей при двойной связи на полимеризацию алкенов. Понятие о верхней и нижней предельной температуре полимеризации, термодинамическая и кинетическая нестабильность полимеров. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие и методы определения термодинамических величин.

4.3. Циклические мономеры и виды полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла.

Термодинамика полимеризации с раскрытием цикла лактамов, лактонов, простых циклических эфиров, циклопарафинов. Метатезисная полимеризация циклоолефинов и циклодиенов с раскрытием цикла. Равновесная полимеризация циклопентена. Механизм анионной полимеризации лактамов, лактонов, эпоксидов и циклосилоксанов. Катионная полимеризация лактонов и иных кислородсодержащих циклов. Полиорганосфазены, полимерная сера и селен.

4.4. Общее рассмотрение цепной сополимеризации.

Типы сополимеров – статистические, чередующиеся, блок- и привитые сополимеры. Уравнения зависимости состава сополимера от исходной смеси сомономеров (Уолл, Уоллинг). Относительные активности мономеров в процессах сополимеризации. Типы сополимеризационных процессов – идеальная, чередующаяся, микроблочная. Изменение состава сополимеров во времени при различных степенях конверсии. Резонансные и полярные эффекты и их роль при сополимеризации. Q–e схема и эмпирические подходы к оценке активности сомономеров. Катионная, анионная и координационная сополимеризация алкеновых и диеновых мономеров и их применение на практике. Методы определения относительных активностей сомономеров.

Раздел 5. Ступенчатые процессы синтеза макромолекул.

5.1. Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования.

Рост цепи через стадию образования олигомеров и отсутствие обрыва (сохранение активных центров) как основная особенность ступенчатой полимеризации. Молекулярная масса, полидисперсность и наиболее вероятное молекулярно-массовое распределение Флори. Межмолекулярные и внутримолекулярные реакции в процессе роста и их влияние на характер ММР, образование циклических продуктов путем циклодеструкции и критическая концентрация реакционной среды.

5.2. Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы.

Влияние избытка реагентов и монофункциональных добавок на молекулярную массу полимера. Трехмерная полимеризация и модифицированное уравнение Карозерса, функция ММР для случая нелинейной ступенчатой полимеризации. Равновесная полимеризация в закрытых и открытых системах, влияние остаточного побочного продукта реакции на молекулярную массу полимера. Механизмы реакций ступенчатой полимеризации. Сополимеризация по ступенчатому механизму. Методы проведения полимеризации в расплаве и растворе, особенности межфазной полимеризации. Полимеры, получаемые по реакциям ступенчатой полимеризации.

Раздел 6. Реакции с участием макромолекул

6.1. Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп.

Особенности реакций полимерных молекул. Влияние локальной концентрации функциональных групп, стерические и электростатические эффекты. Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие полимерную цепь. Хлорирование и сульфохлорирование полиэтилена, гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование синтетических и природных каучуков. Создание сетчатых структур на основе насыщенных полиуглеводородов, натуральных и синтетических каучуков. Получение полиацетилена и его производных по реакции дегидрогалогенирования поливинилгалогенидов. Дегидрофторирование поливинилиденфторида – путь синтеза линейной формы углерода, карбина.

6.2. Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы.

Промышленное получение поливинилового спирта гидролизом поливинилацетата. Целлюлоза и ее производные, получение поливинилбутираля, гидролиз полиметилметакрилата и полиакриламида. Термическая деструкция полимеров, получение черного орлона термической обработкой полиакрилонитрила. Полимеры в роли носителей, полимерные реагенты, катализаторы и субстраты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел
---	----------------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

	студент должен:		1	2	3	4	5	6
	Знать:							
1	Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации		+	+	+	+	+	+
2	Особенности химических реакций с участием макромолекул							+
3	Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации		+	+	+	+	+	+
4	Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами		+	+	+	+	+	+
	Уметь:							
5	Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров		+	+	+	+	+	+
6	Написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров							+
	Владеть:							
7	Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений		+	+	+	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
8	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным	+	+	+	+	+	+

		опытом по тематике исследования						
--	--	---------------------------------	--	--	--	--	--	--

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 34 акад. ч.

№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Акад. часов
1.1	Определение понятия полимер, мономер, структурное повторяющееся звено	2
1.2	Основные отличия процессов полимеризации протекающих по ступенчатому и цепному механизмам	2
2.1	Природа радикальной цепной полимеризации и структурная организация макромолекул	7
2.2	Значения констант скоростей и энергетика радикальной полимеризации	8
3.1	Полимеры с системой сопряженных двойных связей – новый класс биологически инертных веществ для целей медико-биологического применения	3
3.2	Катионная полимеризация мономеров, содержащих двойную углерод-углеродную связь	3
3.3	Анионная полимеризация мономеров с двойной углерод-углеродной связью	3
3.4	Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и кинетику анионной полимеризации	3
3.5	Стереохимия процессов полимеризации и катализаторы Циглера-Натта	3
4.1	Понятие о реакции метатезиса линейных олефинов и циклоолефинов	3
4.2.	Значение термодинамических параметров и полимеризация	3
4.3	Циклические мономеры и виды	3

	полимеризационных процессов, протекающих с раскрытием цикла	
4.4	Общее рассмотрение цепной сополимеризации	3
5.1	Ступенчатая реакция синтеза полимеров с выделением побочного продукта и без его образования	6
5.2	Кинетика автокатализируемой и катализируемой ступенчатой полимеризации и характер изменения молекулярной массы	6
6.1	Основные типы реакций полимеров, протекающие с участием полимерной цепи и боковых групп	5
6.2	Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие боковые группы	5

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены Рабочим учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Химия высокомолекулярных соединений» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 78 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Вопросы по разделу 1

Способы изображения полимерных молекул. Молекулярный вес, полидисперсность и молекулярно-массовое распределение полимеров (ММР). Методы усреднения молекулярного веса полимеров. Примеры природных, синтетических и искусственных полимеров. Номенклатура и классификация полимеров. Основные способы получения синтетических полимеров из низкомолекулярных веществ (мономеров) методами ступенчатой и цепной полимеризации или химическим воздействием на исходные полимеры.

Типы мономеров склонных к реакциям цепной полимеризации. Цепная полимеризация виниловых мономеров, инициируемая активными центрами радикального, катионного или анионного характера. Образование высокомолекулярных полимеров на начальной стадии по реакции активного центра растущей цепи с мономером и наличие обрыва цепи как основные характеристики цепной полимеризации. Влияние заместителя при двойной углерод-углеродной связи мономера на способность к полимеризации под влиянием различных типов активных центров. Первичная и вторичная структура полимерной цепи, понятие о стереорегулярности.

Вопросы по разделу 2

Мономеры, применяемые для радикальной полимеризации. Инициаторы и рост цепи при свободно-радикальной полимеризации, кинетическое описание процесса. Пути обрыва цепи при радикальной полимеризации, кинетическая длина цепи, молекулярный вес и молекулярно-массовое распределение.

Передача цепи при радикальной полимеризации, применение передатчиков для регулирования молекулярной массы, теломеризация. Передача цепи на полимер и возникновение разветвленных полимеров. Ингибирование и торможение полимеризации, типы ингибиторов и замедлителей. Автоингибирование при полимеризации аллильных мономеров. Способы проведения радикальной полимеризации и их характеристика. Полимеры, получаемые по реакции радикальной полимеризации.

Вопросы по разделу 3

Получение полианилина, полипиррола и политиофена методами окислительной полимеризации исходных насыщенных мономеров. Электронное строение и специфические свойства таких полимеров и их использование в качестве материалов для имплантатов, искусственных мышц и высокочувствительных биосенсоров.

Влияние заместителей в молекулах мономеров на их склонность к катионной полимеризации. Способы инициирования катионной полимеризации. Рост и обрыв цепи при катионной полимеризации. Упрощенная кинетическая схема катионной полимеризации и энергетические характеристики процесса. Влияние полярности и сольватирующей способности среды на механизм и

кинетику катионной полимеризации. Трудности при интерпретировании кинетических исследований, роль контактных ионных пар и свободных катионов в реакции полимеризации и значения констант инициирования и роста. Передача цепи на мономер и полимер и ММР полимеров, получаемых при катионной полимеризации. Промышленные полимеры, получаемые по реакции катионной полимеризации.

Влияние заместителей в молекулах мономеров на их склонность к анионной полимеризации. Способы инициирования анионной полимеризации. Кинетика анионной полимеризации на свободных ионах, рост и обрыв (передача) кинетической цепи. Стереорегулирование при анионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров на алкилах лития. Безобрывная полимеризация, скорость и длина кинетической цепи при безобрывной полимеризации.

Сольватно-разделенные и контактные ионные пары. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, получаемых в отсутствие реакций обрыва. Значения констант роста и энергетика процессов при безобрывной полимеризации. Явление ассоциации при иницировании живой полимеризации алкилами лития. Получение диблочных, полиблочных, привитых, гребне- и звездообразных сополимеров. Морфологические особенности на границах раздела фаз блок- и привитых сополимеров.

Анионно-координационная полимеризация. Образование активных центров, инициирование, рост и обрыв (передача) цепи на комплексных координационных катализаторах. Кинетические особенности полимеризации на таких катализаторах. Стереоспецифическая полимеризация α -олефинов и вероятные механизмы стереорегулирования. Получение стереорегулярных полимеров бутадиена и изопрена на катализаторах типа Циглера-Натта и металлалкилах. Механизм стереорегулирования при полимеризации сопряженных диенов. Оптически активные полимеры. Статистические модели роста цепи. Промышленные полимеры, получаемые на комплексных координационных катализаторах.

Вопросы по разделу 4

Метатезис, протекающей под действием комплексных катализаторов на основе W, Mo, Ru через стадию полного разрыва двойных углерод-углеродных связей и их последующей регенерации. Сохранение неизменного числа двойных связей в реакционной системе – уникальная особенность полимеризации циклоолефинов под влиянием катализаторов метатезиса. Механизм и цепной характер реакции метатезиса линейных и циклических олефинов. Образование активных металл-карбеновых комплексов, инициирование, рост и обрыв (передача) цепи при метатезисной полимеризации циклоолефинов. Молекулярная масса и ММР полимеров циклоолефинов. Термодинамика процессов полимеризации циклоолефинов, протекающей с раскрытием цикла. Межмолекулярные и внутримолекулярные обменные реакции в процессах роста цепи. Критическая концентрация и циклодеструкция ненасыщенных карбоциклических полимеров. Получение электропроводящего полиацетилена метатезисной полимеризацией циклооктатетраена. Полимеры циклоолефинов

(полиалкенамеры), получаемые на комплексных катализаторах по реакции метатезиса.

Влияние строения исходного мономера на его способность к полимеризации. Энергии связей и теплоты полимеризации мономеров, содержащих двойные и тройные связи. Энтальпия, энтропия и энергия Гиббса в процессах полимеризации алкенов. Общее рассмотрение способности мономеров к полимеризации на основе значений термодинамических параметров. Термодинамический запрет на полимеризацию некоторых мономеров. Влияние заместителей при двойной связи на полимеризацию алкенов. Понятие о верхней и нижней предельной температуре полимеризации, термодинамическая и кинетическая нестабильность полимеров. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие и методы определения термодинамических величин.

Термодинамика полимеризации с раскрытием цикла лактамов, лактонов, простых циклических эфиров, циклопарафинов. Метатезисная полимеризация циклоолефинов и циклодиенов с раскрытием цикла. Равновесная полимеризация циклопентена. Механизм анионной полимеризации лактамов, лактонов, эпоксидов и циклосилоксанов. Катионная полимеризация лактонов и иных кислородсодержащих циклов. Полиорганофосфазены, полимерная сера и селен.

Типы сополимеров – статистические, чередующиеся, блок- и привитые сополимеры. Уравнения зависимости состава сополимера от исходной смеси сомономеров (Уолл, Уоллинг). Относительные активности мономеров в процессах сополимеризации. Типы сополимеризационных процессов – идеальная, чередующаяся, микроблочная. Изменение состава сополимеров во времени при различных степенях конверсии. Резонансные и полярные эффекты и их роль при сополимеризации. Q–e схема и эмпирические подходы к оценке активности сомономеров. Катионная, анионная и координационная сополимеризация алкеновых и диеновых мономеров и их применение на практике. Методы определения относительных активностей сомономеров.

Вопросы по разделу 5

Рост цепи через стадию образования олигомеров и отсутствие обрыва (сохранение активных центров) как основная особенность ступенчатой полимеризации. Молекулярная масса, полидисперсность и наиболее вероятное молекулярно-массовое распределение Флори. Межмолекулярные и внутримолекулярные реакции в процессе роста и их влияние на характер ММР, образование циклических продуктов путем циклодеструкции и критическая концентрация реакционной среды.

Влияние избытка реагентов и монофункциональных добавок на молекулярную массу полимера. Трехмерная полимеризация и модифицированное уравнение Карозерса, функция ММР для случая нелинейной ступенчатой полимеризации. Равновесная полимеризация в закрытых и открытых системах, влияние остаточного побочного продукта реакции на молекулярную массу полимера. Механизмы реакций ступенчатой полимеризации. Сополимеризация по ступенчатому механизму. Методы проведения полимеризации в расплаве и

растворе, особенности межфазной полимеризации. Полимеры, получаемые по реакциям ступенчатой полимеризации.

Вопросы по разделу 6

Особенности реакций полимерных молекул. Влияние локальной концентрации функциональных групп, стерические и электростатические эффекты. Реакции модификации синтетических и природных полимеров, затрагивающие полимерную цепь. Хлорирование и сульфохлорирование полиэтилена, гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование синтетических и природных каучуков. Создание сетчатых структур на основе насыщенных полиуглеводородов, натуральных и синтетических каучуков. Получение полиацетилена и его производных по реакции дегидрогалогенирования поливинилгалогенидов. Дегидрофторирование поливинилиденфторида – путь синтеза линейной формы углерода, карбина.

Промышленное получение поливинилового спирта гидролизом поливинилацетата. Целлюлоза и ее производные, получение поливинилбутираля, гидролиз полиметилметакрилата и полиакриламида. Термическая деструкция полимеров, получение черного орлона термической обработкой полиакрилонитрила. Полимеры в роли носителей, полимерные реагенты, катализаторы и субстраты.

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Стереоспецифическая полимеризация α -олефинов и вероятные механизмы стереорегулирования.
2. Получение стереорегулярных полимеров бутадиена и изопрена на катализаторах типа Циглера-Натта и металлалкилах.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Механизм стереорегулирования при полимеризации сопряженных диенов.
2. Оптически активные полимеры.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 20 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Влияние избытка реагентов и монофункциональных добавок на молекулярную массу полимера.
2. Трехмерная полимеризация и модифицированное уравнение Карозерса, функция ММР для случая нелинейной ступенчатой полимеризации.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Механизмы реакций ступенчатой полимеризации.
2. Сополимеризация по ступенчатому механизму.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Промышленное получение поливинилового спирта гидролизом поливинилацетата.
2. Целлюлоза и ее производные, получение поливинилбутираля, гидролиз полиметилметакрилата и полиакриламида.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 2

1. Создание сетчатых структур на основе насыщенных полиуглеводородов, натуральных и синтетических каучуков.
2. Получение полиацетилена и его производных по реакции дегидрогалогенирования поливинилгалогенидов.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

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

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой (3 семестр) – 40 баллов. Билет зачета с оценкой содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Вывод уравнения для скорости радикальной полимеризации.
2. Вывод уравнения для скорости и степени полимеризации фотохимически инициируемой радикальной полимеризации не осложненной процессами передачи цепи.
3. Вывод основного уравнения теории радикальной полимеризации (связь среднечисловой степени полимеризации со скоростью и константами передачи цепи на все компоненты реакционной системы). Вывод уравнения Майо.
4. Вывод уравнений для расчета энергий активации скорости и степени радикальной полимеризации.
5. Вывод уравнения для скорости ингибируемой радикальной полимеризации.
6. Вывод распределения Флори и область его действия.
7. Вывод распределения Шульца и область его действия.
8. Кинетика катионной полимеризации катализируемой кислотами Бренстеда и Льюиса с обрывом цепи.
9. Вывод уравнения для степени катионной полимеризации с учетом процессов передачи цепи.
10. Вывод уравнения для энергии активации скорости катионной полимеризации.
11. Вывод уравнения для скорости и степени анионной полимеризации, инициируемой амидом натрия в среде жидкого аммиака.
12. Вывод необходимого и достаточного объединенного уравнения живой полимеризации.
13. Вывод уравнения для скорости живой анионной полимеризации неполярных мономеров в полярных растворителях (с учетом тесных ионных пар и свободных ионов, как активных центров полимеризации).
14. Вывод уравнения для скорости живой анионной полимеризации неполярных мономеров в неполярных растворителях (с учетом тесных ионных пар и их ассоциатов, как активных центров полимеризации).
15. Вывод для скорости анионной полимеризации полярных мономеров с мономолекулярным обрывом цепи путем циклизации.
16. Вывод уравнения для скорости идеальной живой радикальной полимеризации.
17. Вывод уравнения состава сополимера. Метод Льюиса для определения констант сополимеризации.

18. Вывод уравнения состава сополимера. Метод Файнемана – Росса для определения констант сополимеризации.
19. Уравнение зависимости равновесной концентрации мономера в системе от температуры полимеризации (термодинамика полимеризации).
20. Вывод уравнения Карозерса и его анализ для различных значений средней функциональности.
21. Вывод уравнения для расчета среднечисловой степени полимеризации при поликонденсации при неэквивалентном соотношении реакционноспособных функциональных групп. Влияние добавок монофункциональных соединений.
22. Распределение Флори при поликонденсации. Числовые и массовые функции распределения и выражение для индекса полидисперсности.
23. Вывод уравнений, связывающих максимальную степень полимеризации при поликонденсации с константой поликонденсационного равновесия для случаев удаления и неудаления низкомолекулярного продукта.
24. Вывод уравнений связи среднечисловой степени полимеризации с константой скорости поликонденсации и временем для случая самокатализируемой и катализируемой внешним кислотным катализатором поликонденсации.

8.4. Структура и примеры билетов итогового контроля **Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр).**

Зачет с оценкой по дисциплине «Химия высокомолекулярных соединений» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Зачет с оценкой по дисциплине Химия высокомолекулярных соединений
18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Вывод уравнения для скорости радикальной полимеризации
2. Вывод уравнения для степени катионной полимеризации с учетом процессов передачи цепи.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Зачет с оценкой по дисциплине Химия высокомолекулярных соединений
18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология
полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №2

1. Вывод основного уравнения теории радикальной полимеризации (связь среднечисловой степени полимеризации со скоростью и константами передачи цепи на все компоненты реакционной системы). Вывод уравнения Майо.
2. Вывод уравнения состава сополимера. Метод Льюиса для определения констант сополимеризации.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения / - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.

Б) Дополнительная:

1. Оудиан Д. Основы химии полимеров / - М.: Мир, 1974, - 614с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал общей химии» ISSN 0044 - 460X
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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 высокомолекулярных соединений» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
-------	------------------------------------	-----------------------------	---------------------	----------------------------------

1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
---	--	---------------------------------------	--	--

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1.	<i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации - Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации - Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <i>Уметь:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <i>Владеть:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений 	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)
Раздел 2.	<i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации - Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации - Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами 	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)

	<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений 	
Раздел 3.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации - Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации - Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p>
Раздел 4.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации - Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации - Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Современными представлениями в 	<p>Оценка за контрольную работу № 4 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>

	области химии высокомолекулярных соединений	
Раздел 5.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации - Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации - Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Современными представлениями в области химии высокомолекулярных соединений 	<p>Оценка за контрольную работу № 5 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>
Раздел 6.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза полимеров основными методами полимеризации - Особенности химических реакций с участием макромолекул - Способы очистки полимеров от низкомолекулярных и иных примесей в процессах их получения или модификации - Основные типы полимеров для медико-биологического применения, включая новые типы полимеров со специфическими свойствами <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные методы синтеза и химические структуры получаемых полимеров - Написать основные реакции химической с участием макромолекул и конечные структуры модифицированных полимеров <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Современными представлениями в области 	<p>Оценка за контрольную работу № 6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>

	химии высокомолекулярных соединений	
--	-------------------------------------	--

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

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

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

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

ассистент Кафедры биоматериалов А.М. Нечаева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8 от «12» мая 2025г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение трех семестров.

Дисциплина «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана (Б1.В.ДВ.02.02) и рассчитана на изучение в 1, 2 и 3 семестрах. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин химического профиля.

Цель дисциплины – углубление знаний и формирование компетенций в области органической и полимерной химии, применительно к проблеме получения циклических фрагментов.

Опираясь на знания, полученные в результате изучения дисциплины дополнительные главы органической химии, программа предусматривает углубленное ознакомление с методами, лежащими в основе получения циклических систем.

Задача дисциплины состоит в овладении обучающимися знаниями, умениями и навыками, позволяющими планировать многостадийные синтезы органических соединений, содержащих циклические фрагменты.

Дисциплина «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» преподается в 1, 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ПООП)
ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с	- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; - подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

	ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	
ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров ПК-4.3 Владеет принципами создания материалов медико-биологического назначения на основе полимеров	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) <i>В/01.7 Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий</i>	Проведение научных исследований в области разработки методов синтеза новых биоматериалов
ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) <i>В/02.7 Проектирование инновационных биотехнических систем и технологий</i>	Анализ и обобщение данных для проведения научных исследований в области разработки лабораторных и технологических процессов синтеза полимеров медико-биологического назначения

	прогнозирования биосовместимости материалов		
--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;
- Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;
- Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;
- Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения. Основы теории полимераналогичных превращений и ключевые типы используемых химических реакций;
- Принципы конструирования физиологически активных полимеров.

Уметь:

- Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;
- Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;
- Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;
- Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза.

Владеть:

- Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;
- Навыками составления схем синтеза физиологически активных полимеров по заданной активности или области применения в протезировании;
- Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;
- Методами оценки физиологической активности, терапевтической широты, фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных полимеров прививочного типа;
- Основами выбора векторных средств для целевого транспорта физиологически-активного полимера;

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	2	72	2	72	3	108

Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	153	1,42	51	1,42	51	1,42	51
Лекции	1,42	51	0,47	17	0,47	17	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102	0,95	34	0,95	34	0,95	34
Самостоятельная работа	1.75	63	0.59	21	0.58	21	0.58	21
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1.75	63	0.59	21	0.58	21	0.58	21
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4						0,4
Подготовка к экзамену		35,6						35,6
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	2	54	2	54	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	153	1,42	51	1,42	51	1,42	51
Лекции	1,42	38,25	0,47	12,75	0,47	12,75	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5	0,95	25,5	0,95	25,5	0,95	25,5
Самостоятельная работа	1.75	47.25	0.59	15.75	0.58	15.75	0.58	15.75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1.75	47.25	0.59	15.75	0.58	15.75	0.58	15.75
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3						0,3
Подготовка к экзамену		26,7						26,7
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1 семестр					
1	Раздел 1. Общие понятия и механизмы взаимодействия живого организма с полимером.	24	6	11	7
1.1	Раздел 1.1. Основные понятия и термины используемых в науке о полимерах медико-биологического назначения.	12	3	5	4

1.2	Раздел 1.2. Основы физиологии взаимодействия полимеров медицинского назначения и живого организма.	12	3	6	3
2	Раздел 2. Биоэнергетика. Метаболизм углеводов и липидов	24	5	12	7
	Раздел 2.1. Биоэнергетика	9	2	4	3
	Раздел 2.2. Метаболизм углеводов	7	1	4	2
	Раздел 2.3. Метаболизм липидов	8	2	4	2
3	Раздел 3. Хранение и передача информации в живых системах.	24	6	11	7
	Раздел 3.1. Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды.	12	3	5	4
	Раздел 3.2. Хранение и передача информации в биологических системах	12	3	6	3
2 семестр					
4	Раздел 4. Иммунная система и иммунный ответ.	26	7	12	7
	Раздел 4.1. Иммунная система. Состав крови.	9	2	4	3
	Раздел 4.2. Механизмы взаимного влияния иммунной системы и полимеров внутри организма.	8	3	4	1
	Раздел 4.3. Влияние полимеров на систему гемостаза.	9	2	4	3
5	Раздел 5. Полимерные имплантаты.	23	5	11	7
	Раздел 5.1. Процессы, протекающие в системе полимерный имплантат – живой организм.	11	3	5	3
	Раздел 5.2. Гемосовместимые (тромборезистентные) полимеры.	12	2	6	4
6	Раздел 6. Физиологически активные полимеры.	23	5	11	7
	Раздел 6.1. Основные понятия. Классификация физиологически активных	8	2	3	3

	полимеров.				
	Раздел 6.2. Способы введения физиологически активных полимеров в организм.	8	1	4	3
	Раздел 6.3. Физиологически активные полимеры с собственной активностью.	7	2	4	1
3 семестр					
7	Раздел 7. Физиологически активные полимеры прививочного типа.	25	6	12	7
	Раздел 7.1. Основные виды физиологически-активных полимеров прививочного типа.	8	2	4	2
	Раздел 7.2. Конструирование физиологически активных полимеров прививочного типа.	9	2	4	3
	Раздел 7.3. Полимеры носители физиологически активных веществ..	8	2	4	2
	Раздел 8. Физиологически активные полимеры и лекарства на их основе.	22	5	10	7
	Раздел 8.1. Полимерные производные лекарств, действующие на нервную систему.	11	3	5	3
	Раздел 8.2. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью.	11	2	5	4
	Раздел 9. Полимерные носители лекарственных средств.	25	6	12	7
	Раздел 9.1. Физиологически активные полимерные микро- и наночастицы	9	2	4	3
	Раздел 9.2. Нанореакторы.	8	2	4	2
	Раздел 9.3. Физиологически активные полые полимерные липосомы, ниосомы и полимеросомы.	8	2	4	2
	Контроль: экзамен	36			

	Всего часов:	252	51	102	63
--	---------------------	------------	-----------	------------	-----------

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие понятия и механизмы взаимодействия живого организма с полимером.

Раздел 1.1. Основные понятия и термины используемых в науке о полимерах медико-биологического назначения.

Понятия, характеризующие взаимодействие полимера с организмом. Термины, принятые для описания материалов, применяемых для замещения (замены) и при хирургическом лечении органов и тканей. Физиологически-активные полимеры и полимеры прививочного типа. Применение полимеров в медико-биологических областях. Рынок медицинских полимеров и изделий из них.

Раздел 1.2. Основы физиологии взаимодействия полимеров медицинского назначения и живого организма.

Иерархия элементов организма. Элементы общей морфологии клетки. Поверхностный аппарат клетки и его взаимодействие с полимерными материалами. Функции мембран. Теория слияния мембран. Способы поглощения веществ клеткой. Эндоцитоз и экзоцитоз. Эндоплазматический ретикулум. Некоторые функции гладкого эндоплазматического ретикулума, нейтрализация ядов. Везикула, лизосома, пероксисома и их роль в отщеплении физиологически-активных веществ от полимера носителя.

Раздел 2. Биоэнергетика. Метаболизм углеводов и липидов

Раздел 2.1. Биоэнергетика

Биологическое окисление. Подклассы оксидоредуктаз. Основные коферменты, участвующие в биологическом окислении. Биоэнергетика. Макроэрги. АТФ. Запасение и расходование энергии. Термодинамика биохимических систем. Фотосинтез как источник энергии и органических веществ. Окислительное фосфорилирование – механизм и последовательность стадий.

Раздел 2.2. Метаболизм углеводов

Общая характеристика углеводов. Моносахариды их номенклатура и классификация. Кольчато - цепная таутомерия. Муторотация глюкозы. Основные химические свойства моносахаридов на примере глюкозы. Дисахариды их основные представители: сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиноза. Восстанавливающие и не восстанавливающие сахара. Полисахариды. Промежуточный обмен. Гликолиз. Гликонеогенез. ЦТК. Метаболизм гликогена. Регуляция обмена углеводов. Пентозофосфатный путь. Путь уоновых кислот. Метаболизм фруктозы и галактозы.

Раздел 2.3. Метаболизм липидов

Липиды. Классификация и номенклатура. Синтез и окисление жирных кислот. Синтез и окисление жиров и восков. Метаболизм сфингозина. Сфинголипиды. Фосфолипиды. Простагландины. Синтез холестерина. Стероиды их строение и функции. Биомембраны. Роль и функции биомембран. Теории строения биомембран. Методы изучения биомембран. Принципы работы рецепторов. Природа нервного импульса.

Раздел 3. Хранение и передача информации в живых системах.

Раздел 3.1. Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды.

Пуриновые и пиримидиновые основания их строение и функции. Таутомерия пуринов и пиримидинов. Нуклеозиды и нуклеотиды, и их дезоксианалоги. Судьба потребляемых в пищу азотистых оснований. Мочевая кислота и ее метаболизм. Метаболизм пуринов и пиримидинов. Синтез нуклеозидов и нуклеотидов.

Раздел 3.2. Хранение и передача информации в биологических системах

Строение ДНК. Гистоны. Хроматин и хромосомы. Понятие гена и генома. Кодрующие и некодирующие участки ДНК. РНК и особенности его строения. Виды РНК. Функции различных типов РНК. Передача информации от ДНК к белку. Репликация ДНК. Необходимые условия репликации, основные стадии и ферменты, катализирующие процесс. Транскрипция.

Необходимые условия транскрипции, основные стадии и ферменты, принимающие в них участие. Трансляция и схема биосинтеза белка. Регуляция процесса синтеза белка. Теория Жакоба и Моно. Понятия о генной, и белковой инженерии. Основные операции, применяемые в генной инженерии. Анализ нуклеотидной последовательности ДНК. Белковая инженерия и биотехнология. Нарушения процессов передачи информации. Ретровирусы.

Раздел 4. Иммунная система и иммунный ответ.

Раздел 4.1. Иммунная система. Состав крови.

Форменные элементы крови, их строение, функции, морфогенез и роль в ответе организма на растворимые и нерастворимые полимеры, вводимые в организм. Активация В-лимфоцитов, презентация антигена, иммунный ответ на полимер. NK-лимфоциты, Т-киллеры, распознавание антигена.

Презентация антигена. Оpozнoвание антигена. Антигенность медицинских полимеров, полимеры-гаптены, адъюванты, полимерные вакцины. Главный комплекс гистосовместимости.

Раздел 4.2. Механизмы взаимного влияния иммунной системы и полимеров внутри организма.

Барьеры при введении полимера в организм. Врожденный иммунитет, приобретенный иммунитет. Центральные и периферические органы иммунной системы. Анатомия иммунной системы, клетки иммунной системы, гуморальный и клеточный иммунитеты и их взаимодействие с полимерами в контакте с организмом, система комплемента и гемосовместимые полимеры.

Антитела, специфичность антител и их использование для целевого транспорта полимерных лекарств непосредственно в клетку мишень. В-система и Т-система иммунной защиты и их взаимодействие с медицинским полимером. Ретикулоэндотелиальная система

Раздел 4.3. Влияние полимеров на систему гемостаза.

Сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный гемостаз. Влияние полимеров на систему гемостаза, триада Вирхова. Антиагреганты, активаторы агрегации. Регуляция свертывания естественные антикоагулянты.

Растворение тромбов – фибринолиз. Механизм фибринолиза, активаторы фибринолиза. Полимерные тромболитики. Антикоагулянты и препараты способствующие свертыванию крови.

Раздел 5. Полимерные имплантаты.

Раздел 5.1. Процессы, протекающие в системе полимерный имплантат – живой организм.

Основные процессы: Воспалительный процесс. Биodeградация имплантата. Изоляция имплантата - образование тканевой капсулы.

Побочные процессы: Исторжение – выталкивание имплантата в ближайшую полость. Некроз окружающей ткани – отторжение имплантата. Внутренний кальциноз или образование внешней кальций фосфатной капсулы. Динамическое взаимодействие с окружающими тканями. Выделение токсинов из имплантата.

Стадии воспалительного процесса: экссудация, пролиферация, капсулирование. Скорость атаки имплантата, скорость образования капсулы.

Взаимосвязь капсулирования и биodeградации имплантата. Гидрофильность поверхности ее связь со скоростью эрозии и гидролиза имплантата.

Схемы гидролиза материала имплантата. Продукты биodeградации полимеров, группы продуктов биodeградации.

Неклеточная и клеточная биodeградация имплантатов. Неклеточная деградация с поверхности – эрозия. Последовательность процессов при клеточной биodeградации.

Раздел 5.2. Гемосовместимые (тромборезистентные) полимеры.

Гемосовместимость, тромборезистентность, факторы влияющие на тромборезистентные свойства протеза.

Принципиальные подходы к созданию гемосовместимых материалов: гидрогели, неполярные полимеры с неузнаваемой поверхностью, полимеры с микронеоднородной поверхностью. Полимеры с поверхностью, способной к биоспецифическому взаимодействию с

кровью: гепаринизация поверхности, поверхности способные к фибринолизу, поверхности моделирующие поверхность эндотелия.

Раздел 6. Физиологически активные полимеры.

Раздел 6.1. Основные понятия. Классификация физиологически активных полимеров.

Физиологически активное вещество, физиологически активный полимер, лекарственная форма, лекарственное средство, фармакокинетика, биодоступность, фармакодинамика. Общая классификация физиологически активных полимеров.

Раздел 6.2. Способы введения физиологически активных полимеров в организм.

Основные способы введения и вспомогательные способы. Их достоинства и недостатки. Внутривенное, внутримышечное, внутрибрюшинное, подкожное и пероральное введение ФАП. Вспомогательные способы: ректальное, вагинальное, назальное. Специальные способы: ингаляционное, внутриглазное. Введение через кожу – полимерные трансдермальные терапевтические системы.

Раздел 6.3. Физиологически активные полимеры с собственной активностью.

Нейтральные полимеры с неспецифической активностью, поликатионы, полианионы, синтетические аналоги аминокислот, противошоковые кровезаменители, дезинтоксикаторы.

Синтетические аналоги аминокислот: нейтральных, полианионных, поликатионных. Полимеры с различными функциональными группами, поли N-оксиды, четвертичные основания.

Раздел 7. Физиологически активные полимеры прививочного типа.

Раздел 7.1. Основные виды физиологически-активных полимеров прививочного типа.

Основные принципы создания физиологически активных полимеров прививочного типа. Модель Рингсдорфа. Основные виды физиологически-активных полимеров прививочного типа по механизму действия вне, внутри и на поверхности клеток. Лизосомотропные физиологически-активные полимеры. Контролируемое выделение физиологически-активных веществ в организм. Лекарства пролонгированного действия. Особенности физиологической активности полимеров, «полимерные эффекты», аддитивность свойств при создании физиологически-активных полимеров прививочного типа.

Раздел 7.2. Конструирование физиологически активных полимеров прививочного типа.

Выбор носителя и узла связывания при конструировании физиологически-активного полимеры. Критерии выбора физиологически-активных веществ. Основные химические реакции и типы химических связей. Стратегия синтеза полимерных лекарств и ее отличие от стратегии синтеза низкомолекулярных веществ. Функциональные группы, необходимые для связывания. Альтернативные модели физиологически-активных веществ, отличающиеся от модели Рингсдорфа.

Раздел 7.3. Полимеры носители физиологически активных веществ.

Общие требования, основные типы носителей. Карбоцепные полимеры, гетероцепные полимеры. Биоразлагаемые и неразлагаемые носители. Уровни селективности целевого транспорта для физиологически-активных полимеров разных типов. Векторы, обеспечивающие целевой транспорт в орган (клетку) мишень. Варианты фармакокинетики физиологически-активного вещества при биодеструкции физиологически-активного полимера в зависимости от способа введения в организм, механизма деструкции полимера носителя и химической природы спейсера.

Стратегия и тактика ретросинтеза физиологически активных полимеров прививочного типа. Синтез (со)полимеризацией, создание вставки-спейсера. Синтез путем полимераналогичных превращений. Реакции, применяемые при синтезе, требования к ним. Реакции активирования полисахаридов

Раздел 8. Физиологически активные полимеры и лекарства на их основе.

Раздел 8.1. Полимерные производные лекарств, действующие на нервную систему.

Полимерные производные местных анестетиков. Полимерные производные лекарств, действующих на центральную нервную систему. Производные нейромедиаторов. Производные катехоламинов, механизмы действия и сайты для связывания с полимером-носителем и их

влияние на физиологическую активность. Неропептиды с функцией подкрепления и их использование в фармакологии. Эффект разделения активности. Расово-зависимые лекарственные средства. Многоточечное связывание с рецепторами на поверхности клетки. Влияние дальнего окружения на активность.

Раздел 8.2. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью.

Основные принципы, используемые для борьбы с опухолевыми клетками. Классификация физиологически-активных полимеров по механизму противоопухолевого действия, стратегия их конструирования и синтеза. Полимеры с собственной активностью, действующие на молекулярном уровне. Алкилирующие противоопухолевые физиологически-активные полимеры прививочного типа. Избирательность действия, компоненты узнающие раковые клетки. Антиметаболиты. Целевой транспорт противоопухолевых физиологически-активных полимеров. Биоспецифические векторы. Конкретные полимерные противораковые лекарства и их свойства.

Раздел 9. Полимерные носители лекарственных средств.

Раздел 9.1. Физиологически активные полимерные микро- и наночастицы

Классификация носителей лекарственных средств, принципы создания и использования. Системы, управляющие скоростью выделения лекарств из носителя и целевой доставкой. Нециркулирующие растворяющиеся в организме микро- и наночастицы. Циркулирующие микро- и наночастицы, скорость их биодеструкции, способы доставки в организм и выведение из организма

Раздел 9.2. Нанореакторы.

Принцип действия ферментных мультипроцессорных нанореакторов. Способы синтеза нанореакторов на основе полимерных наночастиц с протяженной по глубине полупроницаемой стенкой.

Раздел 9.3. Физиологически активные полые полимерные липосомы, ниосомы и полимеросомы.

Классификация полимерных полых наноносителей, способы синтеза и фармакологические свойства. Модель физиологически активной липосомы. Основные компоненты мембраны. Новые противораковые лекарства на основе липосом. Модификация поверхности липосом полимерами. Целевой транспорт генов в ядро живой клетки. Генная терапия тяжелых заболеваний как «терапия выбора».

	воздействием различных факторов;;									
7	Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;	+			+	+	+	+	+	+
8	Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;		+	+	+		+	+	+	+
9	Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза.	+			+			+	+	+
	<i>Владеть:</i>									
10	Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Навыками составления схем синтеза физиологически активных полимеров по заданной активности или области применения в протезировании;							+	+	+

12	Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Методами оценки физиологической активности, терапевтической широты, фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных полимеров прививочного типа;						+	+	+	+
14	Основами выбора векторных средств для целевого транспорта физиологически-активного полимера;							+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:									
9	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	+	+	+	+	+	+	+	+

	методик и средств решения задачи	ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования									
10	ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров ПК-4.3 Владеет принципами создания материалов медико-биологического назначения на основе полимеров					+	+	+	+	+
11	ПК-5 Способен реализовать комплексный научный	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	<p>подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения</p>	<p>технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения</p> <p>ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения</p> <p>ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов</p>									
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Темы практических (семинарских) занятий:	Акад. часы
Раздел 1	19
Элементы общей морфологии клеток	6
Способы поглощения веществ клеткой. Пиноцитоз, фагоцитоз, слияние мембран	6
Отщепление физиологически-активных веществ от полимера-носителя	7
Раздел 2	19
Биологическое окисление. Источники энергии и органических веществ в клетке	4
Фосфолипиды, холестерол, простогландины	4
Роль, функции и теория строения биомембран.	5
Принципы работы рецепторов	6
Раздел 3	19
Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды	7
ДНК и РНК	6
Хранение и передача информации в биологических системах	6
Раздел 4	21
Форменные элементы крови.	2
Презентация антигена. Антигенность медицинских полимеров.	8
Антитела. В-система и Т-система иммунной защиты	7
Влияние полимеров на систему гемостаза	4
Раздел 5	18
Биодеградация имплантата. Неклеточная и клеточная биодеградация. Гидролиз материала имплантата	9
Подходы к созданию гемосовместимых материалов	9
Раздел 6	18
Фармакокинетика, фармакодинамика и биодоступность	6
Способы введения физиологически-активных полимеров в организм	6
Синтетические аналоги аминокислот	6
Раздел 7	6
Модель Рингсдорфа	2
Выбор носителя и узла связывания при конструировании полимеров-носителей	2

Биоразлагаемые и неразлагаемые носители физиологически-активных веществ.	
Реакции активирования полисахаридов	2
Раздел 8	9
Полимерные производные лекарств, действующие на нервную систему	3
Производные нейромедиаторов	2
Полимерные производные лекарств с противоопухолевой активностью	2
Полимеры с собственной активностью	2
Раздел 9	6
Системы пролонгированного действия	2
Растворяющиеся и нерастворяющиеся в организме микро- и наночастицы	1
Способы синтеза и фармакологические свойства полых наноносителей	1
Целевой транспорт генов в ядро живой клетки	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены Рабочим учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 63 акад. ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 9 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Раздел	Контрольные вопросы
1 семестр	
Раздел 1. Общие понятия и механизмы взаимодействия живого организма с полимером.	1. Основные понятия и термины используемые в науке о полимерах медико-биологического назначения. Области применения полимеров медико-биологического назначения 2. Понятия, характеризующие взаимодействие полимера с живым организмом, термины, характеризующие изделия, применяемые для замещения органов и тканей. 3. Состав и функции мембран. 4. Фагоцитоз, пиноцитоз, рецептор-опосредованный эндоцитоз. 5. Теория слияния мембран 6. Образование и функции лизосом, их роль в метаболизме медицинских полимеров. 7. Иерархия элементов организма. Типы клеток и их отличия 8. Строение, образование и виды везикул. Экзоцитоз, эндоцитоз. 9. Клеточные органеллы и их функция.
Раздел 2. Биоэнергетика. Метаболизм углеводов и липидов	1. Основные коферменты, участвующие в биологическом окислении. 2. Метаболизм фруктозы и галактозы. 3. Липиды. Классификация и номенклатура. 4. Классификация оксидоредуктаз. 5. Цикл Кребса. 6. Анаболизм жиров. 7. Макроэрги. Основные каналы образования и направления расходования. 8. Гликолиз. 9. Катаболизм жиров.
Раздел 3. Хранение и передача информации в живых системах.	1. Таутомерия пуринов и пиримидинов. 2. Необходимые условия репликации, основные стадии и ферменты, катализирующие процесс. 3. Анализ нуклеотидной последовательности ДНК. 4. Биосинтез пиримидинов. 5. Транскрипция. Основные стадии. 6. РНК. Разновидности РНК и их функции. 7. Биосинтез пуринов. 8. Трансляция. Основные стадии. 9. Принципы белковой инженерии.
2 семестр	
Раздел 4. Иммунная система и иммунный ответ.	1. Гуморальный иммунитет, его составные части, строение и функции антител и их влияние на медицинские полимеры. 2. Клеточный иммунитет виды Т – клеток их функции и влияние на медицинские полимеры 3. Видовой иммунитет и его влияние на медицинские полимеры. 4. Иммунная система, барьеры, врожденный, приобретенный иммунитет связь с реакцией организма на медицинский полимер. 5. В-лимфоциты активация, роль в презентации антигена влияние на медицинские полимеры. 6. NK- лимфоциты, происхождение функция, роль в метаболизме

	<p>медицинских полимеров положительное и отрицательное распознавание.</p> <p>7. Т-лимфоциты, происхождение функция, роль в распознавании медицинских полимеров</p> <p>8. Опознавание антигена, презентация антигена.</p> <p>9. РЭС, Взаимосвязь клеточного и гуморального иммунитета.</p> <p>10. Главный комплекс гистосовместимости класс 1 класс 2.</p>
Раздел 5. Полимерные имплантаты.	<p>1. Основные термины используемые в пересадке и имплантации органов и тканей, Основные и побочные процессы, протекающие в системе трансплантат-живой организм. Типы трансплантатов.</p> <p>2. Воспалительный процесс, явления при воспалении.</p> <p>3. Экссудация, атака имплантата клетками крови. Скорость атаки.</p> <p>4. Образование капсулы вокруг имплантата. Взаимосвязь капсулирования и биodeградации.</p> <p>5. Биodeградация имплантата, стадии, факторы влияющие на скорость биodeградации.</p> <p>6. Схемы гидролиза, метаболизм продуктов биodeградации. Неклеточная и клеточная биodeградация имплантатов</p>
Раздел 6. Физиологически активные полимеры.	<p>1. Физиологически активные полимеры, основные понятия.</p> <p>2. Общая классификация ФАП. ФАВ в физиологически активных системах.</p> <p>3. Способы введения лекарств в организм. Внутривенное введение. Внутримышечное введение. Подкожное.</p> <p>4. Способы введения лекарств в организм. Пероральное введение.</p> <p>5. Вспомогательные способы введения ФАВ в организм.</p> <p>6. Классификация ФАП с собственной активностью.</p> <p>7. Противошоковые кровезаменители структура, свойства, примеры.</p> <p>8. Полимеры с неспецифической активностью.</p> <p>9. Зависимость активности и токсичности полианионов от молекулярной массы.</p> <p>10. Синтетические аналоги аминокислот классификация, свойства, активность, примеры.</p>
3 семестр	
Раздел 7. Физиологически активные полимеры прививочного типа.	<p>1. Физиологически активные полимеры прививочного типа. Физиологически активные полимеры прививочного типа по механизму действия</p> <p>2. Модель физиологически активных полимеров прививочного типа (модель Рингсдорфа).</p> <p>3. Физиологически активные полимеры прививочного типа действующих вне клеток.</p> <p>4. Физиологически активные полимеры прививочного типа, действующие на поверхности клетки.</p> <p>5. Физиологически активные полимеры прививочного типа, действующие внутри клетки.</p> <p>6. Выбор физиологически активного вещества, полимера носителя и связывающего узла.</p> <p>7. Альтернативные модели физиологически активных полимеров, отличающиеся от модели Рингсдорфа.</p> <p>8. Полимеры носители.</p> <p>9. Целевой транспорт в организме.</p> <p>10. Биодеструктируемость физиологически активные полимеры в организме.</p>

Раздел 8. Физиологически активные полимеры и лекарства на их основе.	1. Полимерные производные местных анестетиков. Производные веществ, действующие на ЦНС. 2. Полимерные производные нейромедиаторов. 3. Производные нейромедиаторов – катехоламинов. Сайты для иммобилизации и их влияние на активность. 4. Производные нейромедиаторов – катехоламинов. Разделение активности. Функциональные виды активности катехоламинов 5. Производные нейромедиаторов – катехоламинов. 6. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. 7. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Стратегия синтеза. 8. Конструирование физиологически активных полимеров, содержащих узнающие компоненты. Лизосомотропия 9. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Антиметаболиты 10. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Целенаправленный транспорт.
Раздел 9. Полимерные носители лекарственных средств.	1. Классификация корпускулярных носителей, принципы создания и использования. 2. Нециркулирующие микрочастицы, растворяющиеся в организме. 3. Циркулирующие микрочастицы. 4. Полимерные липосомы и мицеллы. 5. Упрочненные мицеллы и липосомы. 6. Полимерные липосомы и мицеллы. Модель физиологически-активной липосомы. 7. Полимерные носители и дендримеры

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Состав и функции мембран.
2. Иерархия элементов организма. Типы клеток и их отличия

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Основные коферменты, участвующие в биологическом окислении.
2. Метаболизм фруктозы и галактозы.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка –

20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Биосинтез пиримидинов.
2. Транскрипция. Основные стадии

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Видовой иммунитет и его влияние на медицинские полимеры.
2. РЭС, Взаимосвязь клеточного и гуморального иммунитета

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Воспалительный процесс, явления при воспалении.
2. Экссудация, атака имплантата клетками крови. Скорость атаки.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Способы введения лекарств в организм. Пероральное введение.
2. Зависимость активности и токсичности полианионов от молекулярной массы.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Физиологически активные полимеры прививочного типа, действующие на поверхности клетки.
2. Полимеры носители

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка –

20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Полимерные производные нейромедиаторов.
2. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью.

Антиметаболиты

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 9. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Нециркулирующие микрочастицы, растворяющиеся в организме.
2. Полимерные липосомы и мицеллы. Модель физиологически активной липосомы.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – зачет с оценкой, 3 семестр - экзамен).

Максимальное количество баллов за каждый зачет с оценкой (1, 2 семестр) и экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2–20 баллов

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

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Основные понятия и термины, используемые в науке о полимерах медико-биологического назначения. Области применения полимеров медико-биологического назначения.
2. Строение и химический состав фосфолипидного бислоя, его влияние на проницаемость биомембран для полимеров разных типов.
3. Понятия, характеризующие взаимодействие полимера с живым организмом, термины, характеризующие изделия, применяемые для замены органов и тканей.
4. Иерархия элементов организма. Типы клеток и их отличия, Прогнозирование совместимости полимера с организмом в свете эволюционной памяти. Привести примеры.
5. Клеточные органеллы и их функция. Органеллы, принимающие участие во взаимодействии организма с медицинскими полимерами, привести пример.
6. Строение и состав поверхностного аппарата клетки.
7. Состав и функции мембран.
8. Структура эндоплазматического ретикулума.
9. Функции эндоплазматического ретикулума и его роль во взаимодействии медицинского полимера с организмом.

- 10.Строение, образование и виды везикул, экзоцитоз, эндоцитоз.
- 11.Фагоцитоз, пиноцитоз, рецепторно опосредованный эндоцитоз. Образование и функции лизосом, их роль в метаболизме медицинских полимеров.
- 12.Пероксисома, строение, образование, функция, роль в метаболизме медицинских полимеров.
- 13.Ферменты дыхательного взрыва, механизм образования радикалов, роль в окислительной деструкции медицинских полимеров.
- 14.Основные коферменты, участвующие в биологическом окислении.
- 15.Метаболизм фруктозы и галактозы.
16. Липиды. Классификация и номенклатура.
17. Классификация оксидоредуктаз.
18. Цикл Кребса.
19. Анаболизм жиров.
20. Макроэрги. Основные каналы образования и направления расходования.
21. Гликолиз.
22. Катаболизм жиров.
23. Таутомерия пуринов и пиримидинов.
24. Необходимые условия репликации, основные стадии и ферменты, катализирующие процесс.
25. Анализ нуклеотидной последовательности ДНК.
26. Биосинтез пиримидинов.
27. Транскрипция. Основные стадии.
28. РНК. Разновидности РНК и их функции.
29. Биосинтез пуринов.
30. Трансляция. Основные стадии.
31. Принципы белковой инженерии

8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Состав крови, методы определения клеточного состава крови, роль элементов состава крови во взаимодействии организма с медицинскими полимерами.
2. Эритроциты, тромбоциты, происхождение строение и функции.
3. Лейкоциты, разделение по способу окраски, нейтрофилы происхождение, функция и роль в метаболизме медицинских полимеров.
4. Эозинофилы и базофилы, строение функции и роль в метаболизме медицинских полимеров.
5. Моноциты, происхождение, строение функция и роль в метаболизме медицинских полимеров.
6. В-лимфоциты активация, роль в презентации антигена влияние на медицинские полимеры.
7. НК- лимфоциты, происхождение функция, роль в метаболизме медицинских полимеров положительное и отрицательное распознавание..

8. Т-лимфоциты, происхождение функция, роль в распознавании медицинских полимеров
9. Иммунная система, барьеры, врожденный, приобретенный иммунитет связь с реакцией организма на медицинский полимер.
- 10.Анатомия иммунной системы.
- 11.Видовой иммунитет и его влияние на медицинские полимеры.
- 12.Гуморальный иммунитет, его составные части, строение и функции антител и их влияние на медицинские полимеры.
- 13.Клеточный иммунитет виды Т – клеток их функции и влияние на медицинские полимеры.
- 14.РЭС, Взаимосвязь клеточного и гуморального иммунитета.
- 15.Опознавание антигена, презентация антигена.
- 16.Гемостаз, основные понятия, запуск, типы гемостаза. Развитие гемостаза во времени. Полимеры запускающие гемостаз
- 17.Механизмы регуляции агрегатного состояния крови. Триада Вирхова.
- 18.Первичный гемостаз. Общий механизм.
- 19.Антиагреганты и активаторы агрегации механизм действия и использование в полимерах медико-биологического назначения.
- 20.Вторичный гемостаз. Внутренний и внешний пути активации. Общий путь
- 21.Регуляция свертывания, антикоагулянты механизм действия и использование в полимерах медико-биологического назначения.
22. Фибринолиз. Тромборезистентные свойства эндотелия и их использование в полимерах медико-биологического назначения.
23. Антикоагулянты, тромболитики, препараты способствующие свертыванию крови механизм действия и использование в полимерах медико-биологического назначения.
24. Понятия гемосовместимость и тромборезистентность, факторы влияющие на гемосовместимые свойства полимеров. Подходы к созданию тромборезистентных материалов.
25. Полимеры способные к биоспецифическому взаимодействию с кровью. Полимеры способные к фибринолизу
- 26.Воспалительный процесс, явления при воспалении.
27. Экссудация, атака имплантата клетками крови. Скорость отаки.
28. Образование капсулы вокруг имплантата. Взаимосвязь капсулирования и биodeградации.
29. Биodeградация имплантата, стадии, факторы влияющие на скорость биodeградации.
30. Схемы гидролиза, метаболизм продуктов биodeградации.
- 31.Неклеточная и клеточная биodeградация имплантатов

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

1. Общая классификация физиологически активных полимеров. Физиологически активные вещества в физиологически активных системах.
2. Способы введения лекарств в организм. Внутривенное введение. Внутримышечное введение. Подкожное.
3. Способы введения лекарств в организм. Пероральное введение.
4. Классификация физиологически активных полимеров с собственной активностью.
5. Противошоковые кровезаменители структура, свойства, примеры.
6. Полимеры с неспецифической активностью.
7. Зависимость активности и токсичности полианионов от молекулярной массы.
8. Синтетические аналоги аминокислот классификация, свойства, активность, примеры.
9. Полимеры с различными функциональными группами.
10. Физиологически активные полимеров прививочного типа. Типы физиологически активных полимеров прививочного типа по механизму действия
11. Модель физиологически активных полимеров прививочного типа (модель Рингсдорфа).
12. Полимерные эффекты.
13. Альтернативные модели физиологически активных полимеров, отличающиеся от модели Рингсдорфа.
14. Полимеры носители.
15. Целевой транспорт в организме.
16. Биодеструктируемость физиологически активных полимеров в организме.
17. Примеры фармакодинамики полимеров.
18. Типы физиологически активных полимеров прививочного типа по механизму действия
19. Общая классификация физиологически активных полимеров.
20. Модель физиологически активных полимеров прививочного типа (Модель Рингсдорфа)
21. Физиологически активные полимеры прививочного типа, действующих вне клеток. Физиологически активные полимеры прививочного типа, действующие на поверхности клетки.
22. Физиологически активные полимеры прививочного типа, действующие внутри клетки.
23. Типы связей, используемых для присоединения ФАВ.
24. Альтернативные модели ФАП отличающиеся от модели Рингсдорфа.
25. Полимеры носители общие требования, карбоцепные, гетероцепные, на основе биополимеров.
26. Целевой транспорт ФАП в организме. Уровни селективности. Векторы.
27. Биодеструктируемость ФАП в организме.
28. Примеры фармакодинамики полимеров.
29. Полимерные производные местных анестетиков. Производные веществ действующие на ЦНС.
30. Полимерные производные нейромедиаторов.

- 31.Производные нейромедиаторов – катехоламинов. Сайты для иммобилизации и их влияние на активность.
- 32.Производные нейромедиаторов – катехоламинов. Разделение активности. Функциональные виды активности катехоламинов
- 33.Производные нейромедиаторов – катехоламинов. Влияние дальнего окружения, гидрофильно-липофильного балланса и Mw.
- 34.Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Полимеры, действующие на молекулярном уровне. Классификация противоопухолевых ФАВ по механизму действия. Общая стратегия создания
- 35.Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Антиметаболиты
- 36.Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Целенаправленный транспорт.
- 37.Классификация корпускулярных носителей, принципы создания и использования.
- 38.Нециркулирующие микрочастицы, растворяющиеся в организме.
- 39.Циркулирующие микрочастицы.
- 40.Полимерные липосомы и мицеллы.
- 41.Упрочненные мицеллы и липосомы.

8.4. Структура и примеры билетов итогового контроля **Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр).**

Зачет с оценкой по дисциплине «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Зачет с оценкой по дисциплине Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами

18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Понятия, характеризующие взаимодействие полимера с живым организмом, термины, характеризующие изделия, применяемые для замены органов и тканей.
2. Функции эндоплазматического ретикулума и его роль во взаимодействии медицинского полимера с организмом.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

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

Зачет с оценкой по дисциплине «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 3 и 4 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Зачет с оценкой по дисциплине Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами

18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Гуморальный иммунитет, его составные части, строение и функции антител, и их влияние на медицинские полимеры.
2. Клеточный иммунитет виды Т – клеток их функции и влияние на медицинские полимеры.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5 и 6 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы

экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

*Экзамен по дисциплине Взаимодействие синтетических материалов с
биологическими системами
18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология
полимеров медико-биологического назначения»*

БИЛЕТ №1

1. Типы физиологически активных полимеров прививочного типа по механизму действия
2. Нециркулирующие микрочастицы, растворяющиеся в организме.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Платэ Н.А., Васильев А.Е. Физиологически активные полимеры. М.: Химия, 1986. 253 с.
2. Ашмарин И.П., Ещенко Н.Д., Каразеева Е.П. Нейрохимия в таблицах и схемах. Б.: Издательство «Экзамен», 2007. 143с
3. Коршак В.В., Штильман М.И. Полимеры в процессах иммобилизации и модификации природных соединений. М.: Наука, 1984. 261 с.
4. Торчилин В.П. Иммобилизованные ферменты в медицине. М.: ВНТИЦ, 1985. 98 с.
5. Пхакадзе Г.А. Биодеструктируемые полимеры. Киев: Наукова думка, 1990. 160 с.
6. Липатова Т.Э., Пхакадзе Г.А. Полимеры в эндопротезировании. Киев: Наукова думка, 1983. 158 с.

Б) Дополнительная:

7. Искусственные органы / Под ред. В.И.Шумакова. М.: Медицина, 1990. 272 с.
8. Петров Р.В., Хаитов Р.М. Искусственные антигены и вакцины. М.: Медицина, 1988. 288 с.
9. Горчаков В.Д., Сергеев В.И., Владимиров В.Г. Селективные гемосорбенты. М.: Медицина, 1989. 224 с.
10. Солодовник В.Д. Микрокапсулирование. М.: Химия, 1980. 216 с.
11. Ю.Б. Филиппович. Биологическая химия М.: Академия, 2008. 255 с.
12. В. Эллиот, Д. Эллиот Биохимия и молекулярная биология / - М. : НИИ Биомед. химии РАМН, 2002. - 372 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Гены и клетки» ISSN 2313-1829

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.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.

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 «Взаимодействие синтетических материалов с биологическими системами» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
1 семестр		
Раздел 1. Общие понятия и	Знает: Основные классы органических	Оценка за контрольную работу №

<p>механизмы взаимодействия живого организма с полимером.</p>	<p>соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p>Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;</p> <p>Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p>	<p>1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Биоэнергетика. Метаболизм углеводов и липидов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)</p>

	<p>представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p>	
<p>Раздел 3. Хранение и передача информации в живых системах.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)</p>
2 семестр		
<p>Раздел 4. Иммунная система и иммунный ответ.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p>Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;</p> <p>Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;</p> <p>Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения. Основы теории полимераналогичных</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (2 семестр)</p>

	<p>превращений и ключевые типы используемых химических реакций;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;</p> <p>Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p>	
<p>Раздел 5.</p> <p>Полимерные имплантаты.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p>Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;</p> <p>Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;</p> <p>Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения. Основы теории полимераналогичных превращений и ключевые типы используемых химических реакций;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 5 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (2 семестр)</p>

	<p>предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химии;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p>	
<p>Раздел 6.</p> <p>Физиологически активные полимеры.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p>Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;</p> <p>Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;</p> <p>Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения. Основы теории полимераналогичных превращений и ключевые типы используемых химических реакций;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;</p> <p><i>Владеет:</i></p>	<p>Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (2 семестр)</p>

	<p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p> <p>Методами оценки физиологической активности, терапевтической широты, фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных полимеров прививочного типа;</p>	
3 семестр		
<p>Раздел 7.</p> <p>Физиологически активные полимеры прививочного типа.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p>Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;</p> <p>Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;</p> <p>Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения. Основы теории полимераналогичных превращений и ключевые типы используемых химических реакций;</p> <p>Принципы конструирования физиологически активных полимеров.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p>химической структуре; Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза. <i>Владеет:</i> Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химии; Навыками составления схем синтеза физиологически активных полимеров по заданной активности или области применения в протезировании; Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров; Методами оценки физиологической активности, терапевтической широты, фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных полимеров прививочного типа; Основами выбора векторных средств для целевого транспорта физиологически-активного полимера; —</p>	
<p>Раздел 8. Физиологически активные полимеры и лекарства на их основе.</p>	<p><i>Знает:</i> Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах; Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.; Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер; Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения. Основы теории полимераналогичных превращений и ключевые типы используемых химических реакций; Принципы конструирования физиологически активных полимеров. <i>Умеет:</i> Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов; Отличать физиологически активные</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p>полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;</p> <p>Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Навыками составления схем синтеза физиологически активных полимеров по заданной активности или области применения в протезировании;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p> <p>Методами оценки физиологической активности, терапевтической широты, фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Основами выбора векторных средств для целевого транспорта физиологически-активного полимера;</p>	
<p>Раздел 9.</p> <p>Полимерные носители лекарственных средств.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>Основные классы органических соединений участвующих в биохимических процессах;</p> <p>Особенности молекулярного строения полимеров медико-биологического назначения, механизмы взаимодействия полимеров с живым организмом.;</p> <p>Основные особенности свойств полимеров, применяемых в контакте с живым организмом и виды реакции тканей и систем организма на полимер;</p> <p>Основные типы химических реакций используемых для синтеза полимеров медико-биологического назначения.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 9 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p>Основы теории полимераналогичных превращений и ключевые типы используемых химических реакций;</p> <p>Принципы конструирования физиологически активных полимеров.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Применять теоретические знания для предсказания поведения биологических систем под воздействием различных факторов;</p> <p>Отличать физиологически активные полимеры с собственной активностью от физиологически-активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Оценить опасность иммуногенности полимера по химической формуле повторяющегося звена, риск накопления полимера в органах и тканях по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению полимера носителя., применимость материала в эндопротезировании по его морфологии и химической структуре;</p> <p>Предложить фрагменты конструирования физиологически активного полимера с заданной активностью и скоростью гидролиза.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>Современными теоретическими представлениями биохимии биоорганической и полимерной химий;</p> <p>Навыками составления схем синтеза физиологически активных полимеров по заданной активности или области применения в протезировании;</p> <p>Методами оценки класса риска медицинского устройства или изделия, изготовленного из полимера, приемами, используемыми при конструировании физиологически активных полимеров;</p> <p>Методами оценки физиологической активности, терапевтической широты, фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных полимеров прививочного типа;</p> <p>Основами выбора векторных средств для целевого транспорта физиологически-активного полимера;</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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инструментальные методы исследования в химической технологии»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., доцент, заведующий кафедрой биоматериалов Я.О. Межуев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8 от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Инструментальные методы исследования в химической технологии» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана (Б1.О.04) и рассчитана на изучение в первом семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин химического профиля.

Цель дисциплины - формирование у магистрантов компетенций и углубленных знаний в области современных спектральных методов исследования строения органических соединений и полимеров.

Задача дисциплины состоит в овладении магистрантами знаниями, позволяющими определять строение органических соединений и проводить расчет некоторых их физико-химических свойств на основании их спектров.

Дисциплина «Инструментальные методы исследования в химической технологии» преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Научные исследования и разработки	ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей	ОПК-1.4 Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования

Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач	ОПК-2.1 Знает теорию физико-химических методов анализа ОПК-2.2 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа ОПК-2.3 Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы ОПК-2.4 Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач ОПК-2.5 Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме ОПК-2.6 Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода ОПК-2.7 Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа ОПК-2.8 Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных
------------------------------	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- квантово-химические аспекты, лежащие в основе спектральных методов исследования;
- метод УФ – спектроскопии;
- метод ИК – спектроскопии;
- метод масс – спектрометрии.

Уметь:

- интерпретировать УФ, ИК и масс-спектры;
- проводить количественную оценку геометрических параметров молекул на основании спектральной информации;
- соотносить особенности реакционной способности вещества, его строение и спектральные характеристики.

Владеть:

- методами интерпретации УФ, ИК и масс-спектров.

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:	1.89	68	51
Лекции	0.44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0.5	18	13.5
Лабораторные работы (ЛР)	0.95	34	25.5
Самостоятельная работа	2.11	76	57

Контактная самостоятельная работа	2.11	0.4	0.3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75.6	56.7
Вид контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов				
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Самостоятельная работа
1.	Раздел 1. УФ - спектроскопия	55	6	6	17	26
2	Раздел 2. ИК – спектроскопия	54	6	6	17	25
3.	Раздел 3. Масс - спектроскопия	35	4	6		25
	Итого:	144	16	18	34	76

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. УФ-спектроскопия.

Электромагнитное излучение, классификация областей электромагнитного спектра по длине волны. Электронная, колебательная и вращательная энергия молекул. Электронные переходы (электронная спектроскопия, УФ – спектроскопия). Классификация полос поглощения по типам переходов. Основные термины: хромофор, ауксохром, батохромный сдвиг, гипсохромный сдвиг, гиперхромный эффект, гипохромный эффект. К, R, E, B - полосы и факторы определяющие их положение в спектре. Теоретические основы УФ – спектроскопии: расчет УФ спектров методом Хюккеля, дипольный момент перехода, закон Ламберта – Бугера – Бера. УФ – спектроскопия как метод количественного определения органических веществ. Блок – схема УФ – спектрометра, условия снятия спектров, растворители для УФ – спектроскопии. УФ – спектры алканов и их функциональных производных. Спектры алкенов и диенов, правила Вудворда, влияние сопряжения на вид УФ – спектра. УФ – спектры ароматических соединений, влияние заместителей на вид спектра. Спектры анилина и фенола и влияние на них кислотности среды. Спектры сопряженных енонов и хинонов. Принципы расчета длин волн поглощения по таблицам.

Раздел 2. ИК-спектроскопия

Назначение ИК – спектроскопии и область ее применения. ИК – спектр. Классификация колебаний: валентные и деформационные колебания. Колебания метиленовой группы. Расчет частоты колебаний по закону Гука. Факторы,

влияющие на значение частоты колебаний. Расчет теоретического числа полос в ИК – спектре. Причины отклонения числа полос от теоретического значения, необходимые условия появления и взаимодействия колебаний, влияние конформационного состояния на вид ИК - спектра. Влияние водородной связи на вид ИК – спектра. Растворители в ИК – спектроскопии. Блок – схема ИК – спектрометра. Принципы интерпретации ИК – спектров.

Раздел 3. Масс – спектроскопия

Принципы масс – спектрометрии. Электронный удар, ионизация. Устройство масс – спектрометра. Вид масс – спектра. Пики молекулярного иона, изотопные пики, пики осколочных ионов и метастабильные пики. Факторы, влияющие на интенсивность пика молекулярного иона и методы его идентификации. Определение молекулярной массы и молекулярной формулы исследуемого вещества. Фрагментация. Основные закономерности фрагментации. Фрагментация различных классов органических соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	квантово-химические аспекты, лежащие в основе спектральных методов исследования;	+	+		
2	метод УФ – спектроскопии;	+			
3	метод ИК – спектроскопии;		+		
4	метод масс – спектрометрии.			+	
	Уметь:				
5	интерпретировать УФ, ИК и масс-спектры;	+	+	+	
6	проводить количественную оценку геометрических параметров молекул на основании спектральной информации;		+		
7	соотносить особенности реакционной способности вещества, его строение и спектральные характеристики;	+	+	+	
	Владеть:				
8	методами интерпретации УФ, ИК и масс-спектров.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
9	ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую	ОПК-1.4 Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач	+	+	+

	работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей	ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования			
10	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач	ОПК-2.1 Знает теорию физико-химических методов анализа ОПК-2.2 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа ОПК-2.3 Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы ОПК-2.4 Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач ОПК-2.5 Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме ОПК-2.6 Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического	+	+	+

		<p>анализа, а также оценкой возможностей каждого метода</p> <p>ОПК-2.7 Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа</p> <p>ОПК-2.8 Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных</p>			
--	--	---	--	--	--

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий	Акад. часов
	Раздел 1	6
1	<p>Электромагнитное излучение, классификация областей электромагнитного спектра по длине волны. Электронная, колебательная и вращательная энергия молекул.</p> <p>Электронные переходы (электронная спектроскопия, УФ – спектроскопия).</p>	1
2	<p>Классификация полос поглощения по типам переходов. Основные термины: хромофор, ауксохром, батохромный сдвиг, гипсохромный сдвиг, гиперхромный эффект, гипсохромный эффект. К, R, E, В - полосы и факторы, определяющие их положение в спектре.</p>	1
3	<p>Теоретические основы УФ – спектроскопии: расчет УФ спектров методом Хюккеля, дипольный момент перехода,</p>	1

	закон Ламберта – Бугера – Бера.	
4	УФ – спектроскопия как метод количественного определения органических веществ. Блок – схема УФ – спектрометра, условия снятия спектров, растворители для УФ – спектроскопии.	1
5	Интерпретация УФ - спектров органических соединений различных классов	2
	Раздел 2	6
6	Назначение ИК – спектроскопии и область ее применения. ИК – спектр. Классификация колебаний.	2
7	Расчет частоты колебаний по закону Гука. Число полос в ИК – спектре.	2
8	Интерпретация ИК – спектров органических соединений.	2
	Раздел 3	6
9	Теоретические основы метода масс – спектроскопии.	1
10	Определение молекулярной массы веществ по их масс-спектрам.	1
11	Основные правила фрагментации органических соединений.	2
12	Интерпретация масс-спектров.	2

6.2. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Исследование УФ-спектра заданного полимера*	17
2	2	Исследование ИК-спектра заданного полимера*	17

*Конкретный полимер определяется преподавателем, так же как и условия съемки спектров.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Инструментальные методы исследования в химической технологии» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 76 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Раздел	Контрольные вопросы
Раздел 1. УФ-спектроскопия.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электромагнитное излучение, классификация областей электромагнитного спектра по длине волны. 2. Электронная, колебательная и вращательная энергия молекул. 3. Электронные переходы (электронная спектроскопия, УФ – спектроскопия). 4. Классификация полос поглощения по типам переходов. 5. Основные термины: хромофор, ауксохром, батохромный сдвиг, гипсохромный сдвиг, гиперхромный эффект, гипохромный эффект. К, R, E, B - полосы и факторы определяющие их положение в спектре. 6. Теоретические основы УФ – спектроскопии: расчет УФ спектров методом Хюккеля, дипольный момент перехода. 7. Закон Ламберта – Бугера – Бера. УФ – спектроскопия как метод количественного определения органических веществ. 8. Блок – схема УФ – спектрометра, условия снятия спектров, растворители для УФ – спектроскопии. УФ – спектры алканов и их функциональных производных. 9. Спектры алкенов и диенов, правила Вудворда, влияние сопряжения на вид УФ – спектра. 10. УФ – спектры ароматических соединений, влияние заместителей на вид спектра. 11. Спектры анилина и фенола и влияние на них кислотности среды. 12. Спектры сопряженных енонов и хинонов. Принципы расчета длин волн поглощения по таблицам.
Раздел 2. ИК-спектроскопия.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение ИК – спектроскопии и область ее применения. ИК – спектр. 2. Классификация колебаний: валентные и деформационные колебания. Колебания метиленовой группы. 3. Расчет частоты колебаний по закону Гука. 4. Факторы, влияющие на значение частоты колебаний. 5. Расчет теоретического числа полос в ИК – спектре. 6. Причины отклонения числа полос от теоретического значения. 7. Необходимые условия появления и взаимодействия колебаний. 8. Влияние конформационного состояния на вид ИК - спектров.

	9. Влияние водородной связи на вид ИК – спектра. 10. Растворители в ИК – спектроскопии. 11. Блок – схема ИК – спектрометра. 12. Принципы интерпретации ИК – спектров.
Раздел 3. Масс спектроскопия.	1. Принципы масс – спектрометрии. Электронный удар, ионизация. 2. Устройство масс – спектрометра. Вид масс – спектра. 3. Пики молекулярного иона, изотопные пики, пики осколочных ионов и метастабильные пики. 4. Факторы, влияющие на интенсивность пика молекулярного иона и методы его идентификации. 5. Определение молекулярной массы и молекулярной формулы исследуемого вещества. 6. Фрагментация в масс-спектроскопии. 7. Основные закономерности фрагментации. 8. Фрагментация углеводов. 9. Фрагментация ароматических соединений. 10. Фрагментация спиртов и галогенопроизводных. 11. Фрагментация аминов. 12. Фрагментация карбонильных соединений и производных карбоновых кислот.

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Закон Ламберта – Бугера – Бера. УФ – спектроскопия как метод количественного определения органических веществ.
2. Блок – схема УФ – спектрометра, условия снятия спектров, растворители для УФ – спектроскопии. УФ – спектры алканов и их функциональных производных.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Расчет частоты колебаний по закону Гука.
2. Факторы, влияющие на значение частоты колебаний.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Фрагментация углеводов.
2. Фрагментация ароматических соединений.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

8.3. Примеры контрольных вопросов для зачета с оценкой

1. Электромагнитное излучение, классификация областей электромагнитного спектра по длине волны.
2. Электронная, колебательная и вращательная энергия молекул.
3. Электронные переходы (электронная спектроскопия, УФ – спектроскопия).
4. Классификация полос поглощения по типам переходов.
5. Основные термины: хромофор, ауксохром, батохромный сдвиг, гипсохромный сдвиг, гиперхромный эффект, гипохромный эффект. К, R, E, B - полосы и факторы определяющие их положение в спектре.
6. Теоретические основы УФ – спектроскопии: расчет УФ спектров методом Хюккеля, дипольный момент перехода.
7. Закон Ламберта – Бугера – Бера. УФ – спектроскопия как метод количественного определения органических веществ.
8. Блок – схема УФ – спектрометра, условия снятия спектров, растворители для УФ – спектроскопии. УФ – спектры алканов и их функциональных производных.
9. Спектры алкенов и диенов, правила Вудворда, влияние сопряжения на вид УФ – спектра. 10. УФ – спектры ароматических соединений, влияние заместителей на вид спектра.
11. Спектры анилина и фенола и влияние на них кислотности среды.
12. Спектры сопряженных енонов и хинонов. Принципы расчета длин волн поглощения по таблицам.
13. Назначение ИК – спектроскопии и область ее применения. ИК – спектр.
14. Классификация колебаний: валентные и деформационные колебания. Колебания метиленовой группы.
15. Расчет частоты колебаний по закону Гука.
16. Факторы, влияющие на значение частоты колебаний.
17. Расчет теоретического числа полос в ИК – спектре.
18. Причины отклонения числа полос от теоретического значения.
19. Необходимые условия появления и взаимодействия колебаний.
20. Влияние конформационного состояния на вид ИК - спектров.
21. Влияние водородной связи на вид ИК – спектра.
22. Растворители в ИК – спектроскопии.
23. Блок – схема ИК – спектрометра.
24. Принципы интерпретации ИК – спектров.
25. Принципы масс – спектрометрии. Электронный удар, ионизация.
26. Устройство масс – спектрометра. Вид масс – спектра.
27. Пики молекулярного иона, изотопные пики, пики осколочных ионов и метастабильные пики.
28. Факторы, влияющие на интенсивность пика молекулярного иона и методы его идентификации.

29. Определение молекулярной массы и молекулярной формулы исследуемого вещества.
30. Фрагментация в масс-спектропии.
31. Основные закономерности фрагментации.
32. Фрагментация углеводов.
33. Фрагментация ароматических соединений.
34. Фрагментация спиртов и галогенопроизводных.
35. Фрагментация аминов.
36. Фрагментация карбонильных соединений и производных карбоновых кислот.

8.4. Примеры зачета с оценкой

1. Электронные переходы (электронная спектроскопия, УФ – спектроскопия).
2. Фрагментация ароматических соединений.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Ю. Беккер. Спектроскопия М.: «Техносфера». 2009. 497с.

Б) Дополнительная:

1. А.В. Вишняков, Н.Ф. Кизим. Физическая химия. – М. Химия, 2012.-839 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
 - раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.
- Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал общей химии» ISSN 0044 - 460X
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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 «Инструментальные методы исследования в химической технологии» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
-------	------------------------------------	-----------------------------	---------------------	----------------------------------

1	<p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher <p>InfoPath</p>	<p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>	<p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p>	<p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>
---	--	--	---	---

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. УФ-спектроскопия.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - квантово-химические аспекты, лежащие в основе спектральных методов исследования; - метод УФ – спектроскопии; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать УФ, ИК и масс-спектры; - соотносить особенности реакционной способности вещества, его строение и спектральные характеристики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами интерпретации УФ, ИК и масс-спектров. 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>
Раздел 2. ИК-спектроскопия.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - квантово-химические аспекты, лежащие в основе спектральных методов исследования; - метод ИК – спектроскопии; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать УФ, ИК и масс-спектры; - проводить количественную оценку геометрических параметров молекул на основании спектральной информации; - соотносить особенности реакционной способности вещества, его строение и спектральные характеристики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами интерпретации УФ, ИК и масс-спектров. 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>
Раздел 3. Масс - спектроскопия	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод масс – спектрометрии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интерпретировать УФ, ИК и масс- 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)</p>

	спектры; - соотносить особенности реакционной способности вещества, его строение и спектральные характеристики. Владеет: - методами интерпретации УФ, ИК и масс-спектров.	Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)
--	---	--

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

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

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

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы синтеза циклических органических соединений»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., доцент, заведующий кафедрой биоматериалов Я.О. Межуев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8 от «12» мая 2025г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение трех семестров.

Дисциплина «Методы синтеза циклических органических соединений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана (Б1.В.ДВ.02.02) и рассчитана на изучение в 1, 2 и 3 семестрах. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин химического профиля.

Цель дисциплины – углубление знаний и формирование компетенций в области органической и полимерной химии, применительно к проблеме получения циклических фрагментов.

Опираясь на знания, полученные в результате изучения дисциплины дополнительные главы органической химии, программа предусматривает углубленное ознакомление с методами, лежащими в основе получения циклических систем.

Задача дисциплины состоит в овладении обучающимися знаниями, умениями и навыками, позволяющими планировать многостадийные синтезы органических соединений, содержащих циклические фрагменты.

Дисциплина «Методы синтеза циклических органических соединений» преподается в 1, 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ПООП)
ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с	- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; - подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

	ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	
ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров ПК-4.3 Владеет принципами создания материалов медико-биологического назначения на основе полимеров	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) <i>В/01.7 Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий</i>	Проведение научных исследований в области разработки методов синтеза новых биоматериалов
ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) <i>В/02.7 Проектирование инновационных биотехнических систем и технологий</i>	Анализ и обобщение данных для проведения научных исследований в области разработки лабораторных и технологических процессов синтеза полимеров медико-биологического назначения

	прогнозирования биосовместимости материалов		
--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты;
- закономерности протекания органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность;
- принципы планирования синтеза циклических органических соединений;

Уметь:

- писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов;
- планировать синтез циклических органических соединений сложного строения;

Владеть:

- навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы;
- методами построения циклов;
- способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	2	72	2	72	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	153	1,42	51	1,42	51	1,42	51
Лекции	1,42	51	0,47	17	0,47	17	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102	0,95	34	0,95	34	0,95	34
Самостоятельная работа	1.75	63	0.59	21	0.58	21	0.58	21
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1.75	63	0.59	21	0.58	21	0.58	21
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4					0,4	
Подготовка к экзамену		35,6					35,6	
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего	Семестр		
		1 семестр	2 семестр	3 семестр

	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	2	54	2	54	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,25	153	1,42	51	1,42	51	1,42	51
Лекции	1,42	38,25	0,47	12,75	0,47	12,75	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5	0,95	25,5	0,95	25,5	0,95	25,5
Самостоятельная работа	1.75	47.25	0.59	15.75	0.58	15.75	0.58	15.75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1.75	47.25	0.59	15.75	0.58	15.75	0.58	15.75
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3					0,3	
Подготовка к экзамену		26,7					26,7	
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1 семестр					
1	Раздел 1. Синтез трехчленного цикла	34	7	20	7
2	Раздел 2. Синтез четырехчленного цикла	38	10	14	14
2 семестр					
3	Раздел 3. Синтез пятичленного цикла	34	7	20	7
4	Раздел 4. Синтез шестичленных циклов	38	10	14	14
3 семестр					
5	Раздел 5. Синтез и химические свойства пятичленных гетероциклических соединений	34	7	20	7
6	Раздел 6. Синтез и химические свойства шестичленных гетероциклических соединений	34	10	14	14
	Контроль: экзамен	36			
	Всего часов:	252	51	102	63

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Синтез трехчленного цикла

Внутримолекулярная реакция Вюрца. Алкилирование енолятов в синтезе циклопропанов. Последовательность реакций присоединения по Михаэлю и циклизации в синтезе циклопропанов. Реакция Кулинковича. Реакции [2+1]-циклоприсоединения в синтезе циклопропанов

Раздел 2. Синтез четырехчленного цикла

Циклизация 1,4-бифункциональных производных в синтезе циклобутанов. Синтез циклобутанов из циклопропанов. Реакции расширения цикла. [2+2]-циклоприсоединение как универсальный метод построения четырехчленного цикла.

Раздел 3. Синтез пятичленного цикла

Синтез циклопентанов диалкилированием енолятов. Внутримолекулярная альдольная конденсация как метод синтеза циклопентанового фрагмента. Последовательность реакции Михаэля и альдольной конденсации в построении пятичленных циклов. Циклизация алкениллитиевых и алкенилмагниевых производных. Реакция Назарова. Реакция Посона – Кханда. Использование радикальных процессов для построения пятичленного цикла.

Раздел 4. Синтез шестичленных циклов

Реакция аннелирования по Робинсону в синтезе циклогексановых систем. Другие методы анионной циклизации в синтезе циклогексановых систем. Катионные циклизации как метод построения шестичленного цикла. Реакция Дильса – Альдера.

Раздел 5. Синтез и химические свойства пятичленных гетероциклических соединений

Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами. Нуклеофильное и электрофильное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях. Радикальное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.

Раздел 6. Синтез и химические свойства шестичленных азотсодержащих гетероциклических соединений

Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами. Нуклеофильное и электрофильное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях. Радикальное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.

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
	<i>Знать:</i>						
1	основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты;	+	+	+	+	+	+
2	закономерности протекания	+	+	+	+	+	+

	органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность;						
3	принципы планирования синтеза циклических органических соединений;	+	+	+	+	+	+
	<i>Уметь:</i>						
4	писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов;	+	+	+	+	+	+
5	планировать синтез циклических органических соединений сложного строения;						+
	<i>Владеть:</i>						
6	навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы;	+	+	+	+	+	+
7	методами построения циклов;	+	+	+	+	+	+
8	способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений.	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
9	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию ПК-2.3. Владет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	+	+	+	+	+

10	ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров ПК-4.3 Владеет принципами создания материалов медико-биологического назначения на основе полимеров						
11	ПК-5 Способен реализовать комплексный научный подход к разработке технологий получения новых материалов медико-биологического назначения	ПК-5.1. Знает современные научные подходы к разработке технологий получения полимерных материалов медико-биологического назначения ПК-5.2. Умеет осуществлять комплексный научный анализ технологий получения новых материалов медико-биологического назначения ПК-5.3. Владеет научно-исследовательскими методами прогнозирования биосовместимости материалов						

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Темы практических (семинарских) занятий:	Акад. часы
--	---------------

Раздел 1	20
1. Внутримолекулярная реакция Вюрца.	2
2. Алкилирование енолятов в синтезе циклопропанов.	4
3. Последовательность реакций присоединения по Михаэлю и циклизации в синтезе циклопропанов.	6
4. Реакция Кулинковича.	4
5. Реакции [2+1]-циклоприсоединения в синтезе циклопропанов	4
Раздел 2	14
6. Циклизация 1,4-бифункциональных производных в синтезе циклобутанов.	2
7. Синтез циклобутанов из циклопропанов.	2
8. Реакции расширения цикла.	2
9. [2+2]-циклоприсоединение как универсальный метод построения четырехчленного цикла.	8
Раздел 3	20
10. Синтез цикlopентанов диалкилированием енолятов.	4
11. Внутримолекулярная альдольная конденсация как метод синтеза цикlopентанового фрагмента.	4
12. Последовательность реакции Михаэля и альдольной конденсации в построении пятичленных циклов.	4
13. Циклизация алкениллитиевых и алкенилмагниевых производных.	2
14. Реакция Назарова.	2
15. Реакция Посона – Кханда	2
16. Использование радикальных процессов для построения пятичленного цикла.	2
Раздел 4	14
17. Реакция аннелирования по Робинсону в синтезе циклогексановых систем.	4
18. Методы анионной циклизации в синтезе циклогексановых систем.	3
19. Катионные циклизации как метод построения шестичленного цикла.	4
20. Реакция Дильса – Альдера	3
Раздел 5	20
21. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом.	4
22. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами.	4
23. Синтезы пятичленных гетероциклических	4

соединений с тремя гетероатомами.	
24. Нуклеофильное и электрофильное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.	4
25. Радикальное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.	4
Раздел 6	14
26. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом.	3
27. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами.	3
28. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами.	3
29. Нуклеофильное и электрофильное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.	2
30. Радикальное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.	3

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены Рабочим учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Методы синтеза циклических органических соединений» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 63 акад. ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Раздел	Контрольные вопросы
1 семестр	
Раздел 1. Синтез трехчленного цикла	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внутримолекулярная реакция Вюрца. 2. Алкилирование енолятов в синтезе циклопропанов. 3. Последовательность реакций присоединения по Михаэлю и циклизации в синтезе циклопропанов. 4. Реакция Кулинковича. 5. Реакции [2+1]-циклоприсоединения в синтезе циклопропанов 6. Карбены. Строение карбенов. 7. Методы генерации карбенов 8. Стабилизированные и нестабилизированные карбены 9. Металлокомплексы карбенов (карбеноиды) 10. Особенности реакционной способности карбенов с синглетным и триплетным состояниями.
Раздел 2. Синтез четырехчленного цикла	<ol style="list-style-type: none"> 1. Циклизация 1,4-бифункциональных производных в синтезе циклобутанов. 2. Перечислите основные бифункциональные соединения, которые могут служить синтетическими предшественниками четырехчленных циклов. 3. Синтез циклобутанов из циклопропанов. 4. Реакции расширения цикла. 5. [2+2]-циклоприсоединение как универсальный метод построения четырехчленного цикла. 6. Анализ [2+2]-циклоприсоединение методом ВМО 7. Корреляционные диаграммы [2+2]-циклоприсоединение 8. Согласованное и биполярное [2+2]-циклоприсоединение 9. Влияние растворителя на соотношение процессов согласованного и полярного [2+2]-циклоприсоединения
2 семестр	
Раздел 3. Синтез пятичленного цикла	<ol style="list-style-type: none"> 1. Синтез циклопентанов диалкилированием енолятов. 2. Внутримолекулярная альдольная конденсация как метод синтеза циклопентанового фрагмента. 3. Внутримолекулярная конденсация Дикмана в синтезе пятичленных циклов 4. Последовательность реакции Михаэля и альдольной конденсации в построении пятичленных циклов. 5. Циклизация алкениллитиевых и алкенилмагниевого производных. 6. Реакция Назарова. 7. Реакция Посона – Кханда 8. Использование радикальных процессов для построения пятичленного цикла. 9. Каскадное построение конденсированных пятичленных циклических систем. 10. Принципы функционализации пятичленных циклических систем.
Раздел 4. Синтез шестичленных циклов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Реакция аннелирования по Робинсону в синтезе циклогексановых систем. 2. Методы анионной циклизации в синтезе циклогексановых систем. 3. Конденсация Дикмана в синтезе шестичленных циклов.

	<ol style="list-style-type: none"> Альдольно-кетоновая конденсация в синтезе шестичленных циклов. Катионные циклизации как метод построения шестичленного цикла. Каскадные катионные процессы построения конденсированных циклических систем. Реакция Дильса – Альдера. Орбитальная симметрия в реакции Дильса-Альдера Стереоселективность реакции Дильса-Альдера Региоселективность в реакции Дильса -Альдера Диен Данишевского в органическом синтезе Реакция Дильса-Альдера, катализируемая кислотами Льюиса.
3 семестр	
Раздел 5. Синтез и химические свойства пятичленных гетероциклических соединений	<ol style="list-style-type: none"> Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Общая характеристика Синтезы пирролов Синтезы тиофенов Синтезы фуранов. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами. Синтезы имидазола Синтезы изоксазола Синтезы оксазола Синтезы тиазолов Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами. Нуклеофильное и электрофильное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях. Принципы функционализации шестичленных гетероциклических систем Радикальное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях. Бензоконденсированные гетероциклы – принципы синтеза.
Раздел 6. Синтез и химические свойства шестичленных гетероциклических соединений	<ol style="list-style-type: none"> Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Синтезы пиридина Синтезы хинолина Синтезы изохинолина Химические свойства хинолина и изохинолина. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами. Синтез пиридазина Синтез пиримидина Синтез пиразина Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами. Нуклеофильное и электрофильное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях. Радикальное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Реакция Кулинковича.

2. Реакции [2+1]-циклоприсоединения в синтезе циклопропанов

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Реакции расширения цикла.

2. [2+2]-циклоприсоединение как универсальный метод построения четырехчленного цикла.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Реакция Назарова.

2. Реакция Посона – Кханда

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Катионные циклизации как метод построения шестичленного цикла.

2. Реакция Дильса – Альдера.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Нуклеофильное и электрофильное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.

2. Радикальное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Нуклеофильное и электрофильное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.
2. Радикальное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.

Вопрос	1	2	Σ
балл	15	15	30

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – зачет с оценкой, 3 семестр - экзамен).

Максимальное количество баллов за каждый зачет с оценкой (1, 2 семестр) и экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов

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

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Внутримолекулярная реакция Вюрца.
2. Алкилирование енолятов в синтезе циклопропанов.
3. Последовательность реакций присоединения по Михаэлю и циклизации в синтезе циклопропанов.
4. Реакция Кулинковича.
5. Реакции [2+1]-циклоприсоединения в синтезе циклопропанов
6. Карбены. Строение карбенов.
7. Методы генерации карбенов
8. Стабилизированные и нестабилизированные карбены
9. Металлокомплексы карбенов (карбеноиды)
10. Особенности реакционной способности карбенов с синглетным и триплетным состояниями.
11. Циклизация 1,4-бифункциональных производных в синтезе циклобутанов.
12. Перечислите основные бифункциональные соединения, которые могут служить синтетическими предшественниками четырехчленных циклов.
13. Синтез циклобутанов из циклопропанов.
14. Реакции расширения цикла.
15. [2+2]-циклоприсоединение как универсальный метод построения четырехчленного цикла.
16. Анализ [2+2]-циклоприсоединение методом ВМО
17. Корреляционные диаграммы [2+2]-циклоприсоединение
18. Согласованное и биполярное [2+2]-циклоприсоединение
19. Влияние растворителя на соотношение процессов согласованного и полярного [2+2]-циклоприсоединения

8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Синтез цикlopентанов диалкилированием енолятов.
2. Внутримолекулярная альдольная конденсация как метод синтеза цикlopентанового фрагмента.
3. Внутримолекулярная конденсация Дикмана в синтезе пятичленных циклов
4. Последовательность реакции Михаэля и альдольной конденсации в построении пятичленных циклов.
5. Циклизация алкениллитиевых и алкенилмагниевых производных.
6. Реакция Назарова.
7. Реакция Посона – Кханда
8. Использование радикальных процессов для построения пятичленного цикла.
9. Каскадное построение конденсированных пятичленных циклических систем.
Принципы функционализации пятичленных циклических систем.
10. Реакция аннелирования по Робинсону в синтезе циклогексановых систем.
11. Методы анионной циклизации в синтезе циклогексановых систем.
12. Конденсация Дикмана в синтезе шестичленных циклов.
13. Альдольно-кетоновая конденсация в синтезе шестичленных циклов.
14. Катионные циклизации как метод построения шестичленного цикла.
15. Каскадные катионные процессы построения конденсированных циклических систем.
16. Реакция Дильса – Альдера.
17. Орбитальная симметрия в реакции Дильса-Альдера
18. Стереоселективность реакции Дильса-Альдера
19. Региоселективность в реакции Дильса -Альдера
20. Диен Данишевского в органическом синтезе
Реакция Дильса-Альдера, катализируемая кислотами Льюиса.

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

1. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Общая характеристика
2. Синтезы пирролов
3. Синтезы тиофенов
4. Синтезы фуранов.
5. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами.
6. Синтезы имидазола
7. Синтезы изоксазола
8. Синтезы оксазола

9. Синтезы тиазолов
10. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами.
11. Нуклеофильное и электрофильное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.
12. Принципы функционализации шестичленных гетероциклических систем
13. Радикальное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях. Бензоконденсированные гетероциклы – принципы синтеза.
13. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом.
14. Синтезы пиридина
15. Синтезы хинолина
16. Синтезы изохинолина
17. Химические свойства хинолина и изохинолина.
18. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами.
19. Синтез пиридазина
20. Синтез пиримидина
21. Синтез пиазина
22. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами.
23. Нуклеофильное и электрофильное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.
24. Радикальное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.

8.4. Структура и примеры билетов итогового контроля

Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Методы синтеза циклических органических соединений» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Зачет с оценкой по дисциплине Методы синтеза циклических органических соединений

18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Алкилирование енолятов в синтезе циклопропанов.
2. Последовательность реакций присоединения по Михаэлю и циклизации в синтезе циклопропанов.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

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

Зачет с оценкой по дисциплине «Методы синтеза циклических органических соединений» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 3 и 4 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Зачет с оценкой по дисциплине Методы синтеза циклических органических соединений

18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Реакция Посона – Кханда.
2. Реакция Дильса – Альдера.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «Методы синтеза циклических органических соединений» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5 и 6 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом:

максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

*Экзамен по дисциплине Методы синтеза циклических органических соединений
18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология
полимеров медико-биологического назначения»*

БИЛЕТ №1

1. Синтезы пятичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами.
2. Нуклеофильное и электрофильное замещение в шестичленных гетероциклических соединениях.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

«Утверждаю»
зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

*Экзамен по дисциплине Методы синтеза циклических органических соединений
18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология
полимеров медико-биологического назначения»*

БИЛЕТ №1

3. Нуклеофильное и электрофильное замещение в пятичленных гетероциклических соединениях.
4. Синтезы шестичленных гетероциклических соединений с тремя гетероатомами.

Вопрос	1	2	Σ
балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Я.О. Межуев. Ретросинтетический анализ в органической химии. Т.2 М.: РХТУ, 2013. 236с.

Б) Дополнительная:

1. Я.О. Межуев. Ретросинтетический анализ в органической химии. Т.1 М.: РХТУ, 2013. 252 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал общей химии» ISSN 0044 - 460X
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://elibrary.ru/>
- <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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 «Методы синтеза циклических органических соединений» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
1 семестр		
Раздел 1. Синтез трехчленного цикла	<i>Знает:</i> – основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты; – закономерности протекания	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка за зачет с оценкой

	<p>органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность;</p> <p>– принципы планирования синтеза циклических органических соединений;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы;</p> <p>– методами построения циклов;</p> <p>– способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений.</p>	(1 семестр)
Раздел 2. Синтез четырехчленного цикла	<p><i>Знает:</i></p> <p>– основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты;</p> <p>– закономерности протекания органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность;</p> <p>– принципы планирования синтеза циклических органических соединений;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы;</p> <p>– методами построения циклов;</p> <p>– способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)</p>
2 семестр		
Раздел 3. Синтез пятичленного цикла	<p><i>Знает:</i></p> <p>– основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты;</p> <p>– закономерности протекания органических реакций, приводящих к</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

	<p>образованию циклических соединений</p> <ul style="list-style-type: none"> – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность; – принципы планирования синтеза циклических органических соединений; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы; – методами построения циклов; – способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений. 	(2 семестр)
Раздел 4. Синтез шестичленных циклов	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты; – закономерности протекания органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность; – принципы планирования синтеза циклических органических соединений; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы; – методами построения циклов; – способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений. 	<p>Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (2 семестр)</p>
3 семестр		
Раздел 5. Синтез и химические свойства пятичленных гетероциклических соединений	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты; – закономерности протекания органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений 	<p>Оценка за контрольную работу № 5 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность; – принципы планирования синтеза циклических органических соединений; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы; – методами построения циклов; – способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений. 	
Раздел 6. Синтез и химические свойства шестичленных гетероциклических соединений	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные методы синтеза органических соединений, содержащих циклические фрагменты; – закономерности протекания органических реакций, приводящих к образованию циклических соединений <ul style="list-style-type: none"> – их хемоселективность, региоселективность и стереоселективность; – принципы планирования синтеза циклических органических соединений; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – писать механизмы органических реакций, приводящих к образованию циклов; – планировать синтез циклических органических соединений сложного строения; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы со схемами синтеза органических соединений сложного строения, содержащих циклы; – методами построения циклов; – способностью и готовностью анализировать данные современной периодики по синтезу циклических органических соединений. 	<p>Оценка за контрольную работу № 6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения»

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Магистерская программа

«Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составили:

д.х.н., профессор, профессор кафедры биоматериалов М.И. Штильман

д.х.н., доцент кафедры биоматериалов А.А. Артюхов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8
от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.03) и рассчитана на изучение в 3 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и физики высокомолекулярных соединений.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися компетенций и знаний, в области методов переработки в изделия полимеров, применяемых в медико-биологических областях.

Задача дисциплины - получение магистрантами всесторонних знаний о номенклатуре изделий медико-биологического назначения, их физической структуре, форме и эксплуатационных характеристиках, рассмотрение современных принципов формования изделий из полимеров, существующих технологий на их основе и важнейшего типового и специального оборудования для их реализации в промышленных условиях, развитие навыков анализа технологических характеристик полимерного материала и технологического процесса и их влияния на характеристики полученных изделий, ознакомление с методами оценки свойств и показателей качества изделий медицинского назначения.

Дисциплина «Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения» 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:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности (из ПООП)
ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления	- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике

исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.	исследования; - подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
---	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Требования, предъявляемые к свойствам полимеров, предназначенных для получения изделий медико-биологического назначения с учетом области их применения.
- Общие принципы технологии переработки полимеров и полимерных композиций, оптимизации производственных процессов, основы техники безопасности.
- Важнейшие технологические процессы переработки полимерных материалов и вязкотекучем, высокоэластичном, растворенном состоянии и основное оборудование, применяемого в этих процессах.
- Специальные методы переработки полимеров и полимерных композиционных материалов.
- Получение высокодисперсных, газонаполненных, пленочных, волокнистых, тканых, гранулированных изделий специального назначения.

Уметь:

- Описать важнейшие методы переработки полимеров, композиционных материалов на их основе и их характерные особенности.
- Выбирать наиболее приемлемый и экономичный способ получения определенного изделия.
- Оценить возможность применения определенного типа, марки полимера для применения в медицинских целях с учетом выбранного метода формования изделия.
- Уметь работать со справочно-информационными системами в данной области, связанной со знанием свойств, методов переработки и использования изделий на основе полимерных материалов в медико-биологических технологиях.

Владеть:

основными представлениями о методах переработки полимеров и свойствах получаемых материалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	54
Аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции (Лек)	0,25	8	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26	18,75
Самостоятельная работа (СР):	1,06	38	28,5
Курсовая работа	-	-	-
Реферат	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	38	28,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет	Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
	Раздел 1. Общие вопросы переработки полимеров	15	1	7	7
1.1	Общие вопросы. Разнообразие изделий и препаратов, находящихся применение в медико-биологических областях	2		1	1
1.2	Принципы изготовления и получения изделий и препаратов из биоматериалов	2		1	1
1.3	Требования к перерабатываемым материалам	2		1	1
1.4	Выбор метода переработки	2		1	1
1.5	Оценка технологических характеристик материала	2		1	1
1.6	Принципы формования	3	1	1	1
1.7	Подготовка сырья	2		1	1
	Раздел 2. Основные методы переработки полимеров	21	1	7	13
2.1	Экструзия полимеров	4	1	1	2
2.2	Литье под давлением	4		2	2
2.3	Прессование	2		1	1

2.4	Вальцевание и каландрирование	2		1	1
2.5	Формование в высокоэластическом состоянии	2		1	1
2.6	Специальные методы	7		1	6
	Раздел 3. Методы получения изделий специального назначения	36	6	12	18
3.1	Получение моноволокон, нитей и изделий из них	6	1	2	3
3.2	Получение покрытий из полимерных материалов	6	1	2	3
3.3	Получение изделий из мономеров	6	1	2	3
3.4	Получение газонаполненных материалов	6	1	2	3
3.5	Технология получения малоразмерных частиц	6	1	2	3
3.6	Технология стекло и меллапластиков	6	1	2	3
	Итого	72	8	26	38

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы переработки полимеров.

1.1. Общие вопросы. Разнообразие изделий и препаратов, находящихся применение в медико-биологических областях.

О роли специализированных образовательных программ и экспериментальных установок в оценке экономической эффективности процессов переработки полимеров. Кадровый потенциал полимерных производств и требования к нему.

Классификация по физическому состоянию и форме – твердые (имплантаты), эластичные и каучукоподобные (имплантаты и эксплантаты), пористые изделия (имплантаты, биосорбенты), сетки и пленки (имплантаты, биоаналитические системы), волокна, нити, тканые (имплантаты, шовные материалы, биоактивные системы), гранульные (биосорбенты, биоаналитические системы), водорастворимые (лекарственные и биологически активные) системы.

1.2. Принципы изготовления и получения изделий и препаратов из биоматериалов.

Формование из расплава, формование из раствора, приготовление растворов как конечных препаратов. Изготовление целевых изделий в процессе синтеза полимеров. Принципы получения пористых изделий.

Общие принципы производства изделий и конечных продуктов – оптимизация технологических схем, сокращение отходов и их утилизация. Связь этих проблем с охраной окружающей среды.

Техника безопасности в процессах переработки биоматериалов и получения конечных изделий и препаратов. Контроль качества изделий.

1.3. Требования к перерабатываемым материалам.

Выбор материала в соответствии с назначением и условиями использования целевого изделия и препарата, в соответствии его требуемыми характеристиками – прочностные свойства, уровень биосовместимости, требования к биodeградации или биостабильности, растворимость в воде, необходимость наличия функциональности, необходимости стерилизации.

1.4. Выбор метода переработки.

Выбор метода переработки или приготовления целевого изделия или препарата в зависимости от условий его применения.

1.5. Оценка технологических характеристик материала.

Оценка технологических характеристик материала, его отношения к нагреванию, уровня растворимости, способность к перенесению стерилизации тем или иным методом.

1.6. Принципы формования.

Принцип формования в вязкотекучем, высокоэластичном, стеклообразном состоянии. Формование термопластов и терморектопластов.

1.7. Подготовка сырья.

Подготовка сырья для формования при нагревании. Определение плотности, сыпучести, гранулометрического состава, температурных переходов. Сушка исходного сырья. Методы измельчения. Подготовка смесей полимеров и других полимерных композиций. Особенности переработки термопластичных и терморективных материалов.

Раздел 2. Основные методы переработки полимеров.

2.1. Экструзия полимеров.

Сущность метода как формования из расплава выдавливанием из экструзионного аппарата непрерывного изделия определенного профиля.

Работа экструзионного аппарата. Устройство экструдера и назначение его основных частей. Виды червяков. Зоны червяка. Особенности проведения процесса на одно- и двухчервячном экструдере. Горизонтальные и вертикальные экструзионные машины. Виды материальных потоков при экструзии. Производительность экструзионного аппарата.

Получение пленок при экструзии. Плоскощелевая головка. Производство одно- и двух-ориентированных пленок. Получение многослойных пленочных изделий.

Экструзия через угловую кольцевую головку с последующим раздувом рукава. Степень раздува и вытяжки. Схемы приема рукава, их достоинства и недостатки.

Получение листов. Листовые головки. Калибровка листа. Созэкструзия пленок и листов из различных материалов.

Получение труб. Осевые кольцевые (трубные) головки. Калибровка трубы. Охлаждение.

Матричные головки. Получение непрерывных профилей при экструзии. Нанесение кабельной изоляции при экструзии. Особенности процессов.

Дисковая экструзия, ее особенности и области применения. Особенности пристенного скольжения. Дисковые и диско-червячные экструдеры.

Особенности применения экструзии при переработке реактопластов. Особенность процесса и экструзионного аппарата. Шранг-прессование (поршневая экструзия). Применение метода для формования изделий из термо-, реактопластов, наполненных пресспорошков и волокнитов.

Примеры изделий медико-биологического назначения, производимых экструзией – пленочные, трубчатые изделия (катетеры, шунты), покрытия электрических проводов для систем электрокардиолстимулирования. Тенденции развития экструзионного метода переработки полимерных материалов.

2.2. Литье под давлением.

Возможность метода. Цикл формования. Свойства полимеров, пригодные для этого метода переработки. Подготовка полимерной композиции к литье под давлением. Дисперсность, вид и количество добавляемых ингредиентов.

Основные стадии процесса – дозирование, пластикация, впрыск, выдержка под давлением. Формирование изделия в форме. Литниковая система. Характер течения полимера в ходе впрыска и заполнения формы. Охлаждение изделия в форме. Обработка готовых изделий. Виды отходов и их использование.

Технологические параметры процесса. Выбор температурного режима. Изменение давления во время цикла. Взаимосвязь температуры, давления и объема отливки. Оптимизация условий формования. Температура формы, время цикла. Остаточные напряжения, возникающие в изделии при литье под давлением и возможность уменьшения объема изделия. Особенности изготовления изделий из аморфных и кристаллических полимеров, композитов.

Оборудование для литья под давлением. Шнековые и поршневые литьевые машины, роторные литьевые автоматы.

Специальные методы компрессионного литья – интрузия, инжекционное формование, струйное формование, центробежное литье, ротационное формование.

Примеры получения литьем под давлением изделий медико-биологического назначения – вкладыши для эндопротезов суставов на основе полиэтилена сверхвысокой молекулярной массы, изделия, плоские костные имплантаты и имплантаты для челюстно-лицевой хирургии из полиэтилена высокого давления.

2.3. Прессование.

Стадии процесса. Преимущества и недостатки метода. Особенности переработки прессованием термопластов, реактопластов, композитов.

Технологические параметры прессования. Основные технологические свойства прессматериалов и их влияние на параметры процесса и качество формуемых изделий. Основные стадии процесса формования. Подготовка прессматериала. Влияние предварительного нагревания и пластикации на режим прессования и свойства изделий.

Виды прессования – прямое (компрессионное) и литьевое (трансферное). Особенности технологии, преимущества и недостатки, выбор способа прессования. Определение оптимальных условий формования.

Влияние параметров режима прессования и отдельных параметров на качество готовых изделий.

Оборудование для компрессионного прессования. Прессы с гидравлическим приводом, колонные, рамные, этажность прессов. Прессование листов из слоистых материалов.

Интенсификация процессов прессования. Использование роторного прессования с использованием роторных пресс-автоматов. Использование роторных автоматических линий.

Примеры изготовления прессованием высоконаполненных композитных изделий медико-биологического назначения с углеродными и неорганическими наполнителями.

2.4. Вальцевание и каландрирование.

Основные процессы, происходящие в материале при вальцевании и каландрировании. Стадии процессов формования. Подготовка материала. Вальцевание как основная подготовительная операция суммарного процесса переработки. Формование на каландре. Способы компенсации прогиба валков. Каландровый эффект. Технология производства листовых и пленочных изделий из материалов на основе поливинилхлорида.

2.5. Формование в высокоэластическом состоянии.

Использование метода для получения изделий из листовых термопластичных материалов. Сущность процесса и области применения. Используемые листовые материалы. Основные стадии процесса – подготовка заготовки, прогрев, вытяжка (формование) изделия, охлаждение.

Технологические параметры процесса – температура, усилие формования, формирующие элементы – их влияние на качество изделия. Степень вытяжки и формоустойчивость изделия.

Формование за счет механических усилий. Штамповка. Приемы штампования – при помощи матрицы и пуансона, применение эластичной матрицы или пуансона, протяжка через матричное кольцо. Штамповка – вырубка.

Пневмоформование - свободное выдувание, формование в негативную и позитивную формы, формование с применением толкателя. Особенности и целесообразность использования метода.

Вакуумное формование – свободное вакуумное формование, негативное и позитивное, с предварительной вытяжкой толкателем, сжатым воздухом.

Комбинированные способы – механо-пневмоформование, вакуум-пневмоформование.

Выбор способа, исходя из конфигурации изделия и требований к его качеству.

2.6. Специальные методы.

Формование спеканием. Особенности и возможности метода. Получаемые изделия и перерабатываемые материалы.

Особенности формования при температурах ниже температуры стеклования и плавления за счет вынужденной высокоэластической деформации и рекристаллизации. Способы формования – низкотемпературная прокатка,

протяжка, штампование. Область применения методов и недостатки полученных изделий.

Формование изделий из фторопластов. Особенности формования политетрафторэтилена. Стадии процесса. Получение пленок, труб.

Получение изделий заливкой олигомеров в форму. Получение изделий из эпоксидных смол. Использование заливочных эпоксидных композиций в качестве пломбировочных изделий в стоматологии.

Раздел 3. Методы получения изделий специального назначения.

3.1. Получение моноволокон, нитей и изделий из них.

Методы прядения из расплавов и растворов. Изготовление нитей из моноволокон. Волокна из полиамидов, полиолефинов, полиэтилентерефталата, природных полимеров, волокна из кетгута. Использование технологий получения моноволокон и нитей для получения волоконной части шовных материалов, медицинских тканей, оплетки эндопротезов клапанов сердца.

Изготовление хлопчатобумажных медицинских тканей. Получение полимерных сеток из полиэтилена и полипропилена, предназначенных для имплантации. Эндопротезы сосудов на основе полиэтилентерефталата. Придание эндопротезам сосудов гофрировки. Моно- и бифуркационные эндопротезы сосудов.

3.2. Получение покрытий из полимерных материалов.

Получение полимерных покрытий на изделиях сложной конфигурации. Применяемые технологии – напыление в электрическом поле, в псевдооживленном слое, напыление газопламенное, плазменное, струйное. Выбор технологии. Футеровка поверхности полимерами, плакирование металлами.

Получение изделий сложной формы одностадийным и полистадийным окунанием в раствор полимера. Изготовление эндопротезов сердца и левого желудочка сердца нанесением на форму мультислойного покрытия из сегментированных полиуретанов.

Нанесение покрытий из растворов полимеров на таблетки. Изготовление макрокапсул. Технология покрытия в кипящем слое, опрыскиванием в дражжировках, окунание.

Нанесение покрытий на волокна. Типы и назначение покрытий шовных волокон и нитей.

Изготовление изделий нанесением на форму и высушиванием латексных мультислоев. Типы латексов и их состав. Стадии получения латексных изделий. Методы коагуляции латексных гелей и их выбор. Применение латексных изделий, их достоинства и недостатки.

3.3. Получение изделий из мономеров.

Формирование полимеров полимеризацией мономеров в формах и естественных полостях.

Использование полимеризации мономерных акрилатов, их смесей и композиционных составов при создании пломб в стоматологии и в составе костного акрилатного цемента. Типы связующих и наполнителей. Предварительное аппретирование наполнителей. Достоинства и недостатки костного цемента.

Получение объемных монолитных и листовых изделий полимеризацией метилметакрилата. Использование вещественной и фотоинициированной радикальной полимеризации. Изготовление интраокулярных линз методом вытачивания из монолита.

Получение интраокулярных линз на основе сополимера 2-гидроксиэтилметакрилата и этилендиметакрилата в центробежном аппарате.

3.4. Получение газонаполненных материалов.

Виды газонаполненных изделий - пеноматериалы и пористые материалы. Классификация газонаполненных материалов в соответствии с размером пор – мезопоры, микропоры, нанопоры.

Плотность (объемный вес) пенопластов. Ее зависимость от количества содержащейся газовой фазы и границы варьирования.

Методы получения газонаполненных материалов. Типы вспенивающих агентов – органических и минеральных твердых веществ, жидкостей и газов). Типы порообразующих газов – азот, CO₂, и др.). Типы вспениваемой полимерной системы – раплав термопластов, или раствор олигомеров. Механизмы фиксирования пористой структуры – охлаждение для расплава термопластов, перевод в трехмерную структуру.

Образование пористых систем при структурировании водно-замороженных растворов.

Методы формования порошков – экструзия, рективная экструзия, литье под давлением, реактивное литье под давлением, прессование. Особенности формовочного оборудования – использование дополнительных устройств, предотвращающих утечку вспенивающего газа в процессе переработки.

Использование пористых материалов в составе имплантатов, замещающих мягкие и костные ткани.

Пористый политетрафторэтилен. Формование из него листовых и трубчатых негофрированных и гофрированных изделий, применяемых в качестве имплантатов в сердечно-сосудистой системе.

3.5. Технология получения малоразмерных частиц.

Классификация малоразмерных частиц – наночастицы, микрочастицы, миллиметровые частицы.

Методы изготовления наночастиц – наносфер, микрокапсул, микроагрегатов, липосом, модифицированных полимерами. Особенности их свойств. Использование их для доставки биологически активных и лекарственных веществ.

Микрочастицы, получаемые суспензионной полимеризацией. Методы получения микрочастиц с узким распределением их по размерам пор. Использование их в биоаналитических методах (латексно-агглютинационные иммунотесты), в качестве стандартов размеров в биохимических исследованиях.

Микрокапсулы. Методы их получения. Методы коацервации, нанесения покрытий на временные микрочастицы, реакцией на границе раздела фаз.

Получение сферических частиц миллиметровых размеров суспензионной полимеризацией, применяемых в качестве носителей ионогенных групп (ионообменные материалы), биополимеров (аффинные и иммуносорбенты).

3.6. Технология стекло и меллапластиков.

Виды таких композиционных материалов. Намоточный метод и его разновидности. Использование методов протяжки и послойной выкладки. Свойства и области применения.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	Требования, предъявляемые к свойствам полимеров, предназначенных для получения изделий медико-биологического назначения с учетом области их применения.	+	+	+
2	Общие принципы технологии переработки полимеров и полимерных композиций, оптимизации производственных процессов, основы техники безопасности.	+	+	
3	Важнейшие технологические процессы переработки полимерных материалов и вязкотекучем, высокоэластичном, растворенном состоянии и основное оборудование, применяемого в этих процессах.		+	+
4	Специальные методы переработки полимеров и полимерных композиционных материалов.			+
5	Получение высокодисперсных, газонаполненных, пленочных, волокнистых, тканых, гранулированных изделий специального назначения.			+
	Уметь:			
6	Описать важнейшие методы переработки полимеров, композиционных материалов на их основе и их характерные особенности.		+	+
7	Выбирать наиболее приемлемый и экономичный способ получения определенного изделия.	+	+	+
8	Оценить возможность применения определенного типа, марки полимера для применения в медицинских целях с учетом выбранного метода формования изделия.	+	+	+

9	Уметь работать со справочно-информационными системами в данной области, связанной со знанием свойств, методов переработки и использования изделий на основе полимерных материалов в медико-биологических технологиях	+	+	+	
	Владеть:				
10	основными представлениями о методах переработки полимеров и свойствах получаемых материалов	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
11	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 26 акад. ч.

№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Акад. часов
1.1	Разнообразие изделий и препаратов, находящихся применение в медико-биологических областях	1
1.2	Принципы изготовления и	1

	получения изделий и препаратов из биоматериалов	
1.3	Требования к перерабатываемым материалам	1
1.4	Выбор метода переработки	1
1.5	Оценка технологических характеристик материала	1
1.6	Принципы формования	1
1.7	Подготовка сырья	1
2.1	Экструзия полимеров	1
2.2	Литье под давлением	2
2.3	Прессование	1
2.4	Вальцевание и каландрирование	1
2.5	Формование в высокоэластическом состоянии	1
2.6	Специальные методы	1
3.1	Получение моноволокон, нитей и изделий из них	2
3.2	Получение покрытий из полимерных материалов	2
3.3	Получение изделий из мономеров	2
3.4	Получение газонаполненных материалов	2
3.5	Технология получения малоразмерных частиц	2
3.6	Технология стекло и меллапластиков	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены Рабочим учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 38 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Раздел	Контрольные вопросы
Раздел 1. Общие вопросы переработки полимеров	<ol style="list-style-type: none">1. Разнообразие изделий и препаратов, находящих применение в медико-биологических областях.2. Принципы изготовления и получения изделий и препаратов из биоматериалов.3. Формование из расплава, формование из раствора, приготовление растворов как конечных препаратов. Изготовление целевых изделий в процессе синтеза полимеров. Принципы получения пористых изделий.4. Общие принципы производства изделий и конечных продуктов – оптимизация технологических схем, сокращение отходов и их утилизация.5. Техника безопасности в процессах переработки биоматериалов и получения конечных изделий и препаратов. Контроль качества изделий.6. Требования к перерабатываемым материалам.7. Оценка технологических характеристик материала, его отношения к нагреванию, уровня растворимости, способность к перенесению стерилизации тем или иным методом.8. Принцип формования в вязкотекучем, высокоэластичном, стеклообразном состоянии. Формование термопластов и терморектопластов.9. Подготовка сырья для формования при нагревании. Определение плотности, сыпучести, гранулометрического состава, температурных переходов. Сушка исходного сырья.10. Методы измельчения. Подготовка смесей полимеров и других полимерных композиций. Особенности переработки термопластичных и терморективных материалов.

<p>Раздел 2. Основные методы переработки полимеров</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность метода как формования из расплава выдавливанием из экструзионного аппарата непрерывного изделия определенного профиля. 2. Работа экструзионного аппарата. Устройство экструдера и назначение его основных частей. Виды червяков. Зоны червяка. Особенности проведения процесса на одно- и двухчервячном экструдере. 3. Горизонтальные и вертикальные экструзионные машины. Виды материальных потоков при экструзии. Производительность экструзионного аппарата. 4. Получение пленок при экструзии. Плоскощелевая головка. Производство одно- и двух-ориентированных пленок. Получение многослойных пленочных изделий. 5. Экструзия через угловую кольцевую головку с последующим раздувом рукава. Степень раздува и вытяжки. Схемы приема рукава, их достоинства и недостатки. 6. Получение листов. Листовые головки. Калибровка листа. Созэкструзия пленок и листов из различных материалов. 7. Получение труб, осевые кольцевые (трубные) головки. Калибровка трубы. Охлаждение. 8. Дисковая экструзия, ее особенности и области применения. Особенности пристенного скольжения. Дисковые и диско-червячные экструдеры. 9. Особенности применения экструзии при переработке реактопластов. Особенность процесса и экструзионного аппарата. 10. Шранг-прессование (поршневая экструзия). Применение метода для формования изделий из термо-, реактопластов, наполненных пресспорошков и волокнитов. 11. Литье под давлением, цикл формования, свойства полимеров, пригодные для этого метода переработки. 12. Подготовка полимерной композиции к литью под давлением. Дисперсность, вид и количество добавляемых ингредиентов. 13. Основные стадии литья под давлением. 14. Технологические параметры литья под давлением. 15. Прессование. Стадии процесса. Преимущества и недостатки метода. Особенности переработки прессованием термопластов, реактопластов, композитов. 16. Технологические параметры прессования. 17. Основные технологические свойства прессматериалов и их влияние на параметры процесса и качество формуемых изделий. 18. Основные стадии процесса формования. Подготовка прессматериала. Влияние предварительного нагревания и пластикации на режим прессования и свойства изделий. 19. Виды прессования. Особенности технологии, преимущества и недостатки, выбор способа прессования. Определение оптимальных условий формования. 20. Вальцевание и каландрирование. 21. Принципы формования в высокоэластическом состоянии. 22. Формование спеканием. Особенности и возможности метода. Получаемые изделия и перерабатываемые материалы.
<p>Раздел 3. Методы получения изделий</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение моноволокон, нитей и изделий из них. 2. Методы прядения из расплавов и растворов. Изготовление нитей из моноволокон.

<p>специального назначения</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. Волокна из полиамидов, полиолефинов, полиэтилентерефталата, природных полимеров, волокна из кетгута. 4. Использование технологий получения моноволокон и нитей для получения волоконной части шовных материалов, медицинских тканей, оплетки эндопротезов клапанов сердца. 5. Изготовление хлопчатобумажных медицинских тканей. Получение полимерных сеток из полиэтилена и полипропитена, предназначенных для имплантации. 6. Эндопротезы сосудов на основе полиэтилентерефталата. Придание эндопротезам сосудов гофрировки. Моно- и бифуркационные эндопротезы сосудов. 7. Получение полимерных покрытий на изделиях сложной конфигурации. 8. Получение изделий сложной формы одностадийным и полистадийным окунанием в раствор полимера. Изготовление эндопротезов сердца и левого желудочка сердца нанесением на форму мультислойного покрытия из сегментированных полиуретанов. 9. Нанесение покрытий из растворов полимеров на таблетки. Изготовление макрокапсул. Технология покрытия в кипящем слое, опрыскиванием в дражираторах, окунание. 10. Нанесение покрытий на волокна. Типы и назначение покрытий шовных волокон и нитей. 11. Изготовление изделий нанесением на форму и высушиванием латексных мультислоев. Типы латексов и их состав. 12. Стадии получения латексных изделий. Методы коагуляции латексных гелей и их выбор. Применение латексных изделий, их достоинства и недостатки. 13. Формирование полимеров полимеризацией мономеров в формах и естественных полостях. 14. Использование полимеризации мономерных акрилатов, их смесей и композиционных составов при создании пломб в стоматологии и в составе костного акрилатного цемента. 15. Типы связующих и наполнителей. Предварительное аппретирование наполнителей. Достоинства и недостатки костного цемента. 16. Получение объемных монолитных и листовых изделий полимеризацией метилметакрилата. Использование вещественной и фотоинициированной радикальной полимеризации. 17. Изготовление интраокулярных линз методом вытачивания из монолита. Получение интраокулярных линз на основе сополимера 2-гидроксиэтилметакрилата и этилендиметакрилата в центробежном аппарате. 18. Виды газонаполненных изделий - пеноматериалы и пористые материалы. 19. Классификация газонаполненных материалов в соответствии с размером пор – мезопоры, микропоры, нанопоры. 20. Плотность (объемный вес) пенопластов. Ее зависимость от количества содержащейся газовой фазы и границы варьирования. 21. Методы получения газонаполненных материалов. 22. Типы порообразующих газов – азот, CO₂, и др.). Типы вспениваемой полимерной системы – раплав термопластов, или раствор олигомеров. 23. Механизмы фиксации пористой структуры – охлаждение для
---------------------------------------	--

	<p>расплава термопластов, перевод в трехмерную структуру.</p> <p>24. Образование пористых систем при структурировании водно-замороженных растворов.</p> <p>25. Методы формования порошков – экструзия, рективная экструзия, литье под давлением, реактивное литье под давлением, прессование.</p> <p>26. Использование пористых материалов в составе имплантатов, замещающих мягкие и костные ткани.</p> <p>27. Пористый политетрафторэтилен. Формование из него листовых и трубчатых негфрированных и гофрированных изделий, применяемых в качестве имплантатов в сердечно-сосудистой системе.</p> <p>28. Классификация малоразмерных частиц – наночастицы, микрочастицы, миллиметровые частицы.</p> <p>29. Методы изготовления наночастиц – наносфер, наноканалов, наноагрегатов, липосом, модифицированных полимерами. Особенности их свойств. Использование их для доставки биологически активных и лекарственных веществ.</p> <p>30. Микрочастицы, получаемые суспензионной полимеризацией. Методы получения микрочастиц с узким распределением их по размерам пор. Использование их в биоаналитических методах, в качестве стандартов размеров в биохимических исследованиях.</p> <p>31. Микрокапсулы. Методы их получения. Методы коацервации, нанесения покрытий на временные микрочастицы, реакцией на границе раздела фаз.</p> <p>32. Получение сферических частиц миллиметровых размеров суспензионной полимеризацией, применяемых в качестве носителей ионогенных групп, биоматериалов.</p> <p>33. Технология стекла и меллапластиков. Виды таких композиционных материалов. Намоточный метод и его разновидности. Использование методов протяжки и послойной выкладки. Свойства и области применения.</p>
--	--

8.2. Примеры контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Разнообразие изделий и препаратов, находящихся применение в медико-биологических областях.
2. Принципы изготовления и получения изделий и препаратов из биоматериалов.

Оценочный материал по контрольной работе №1

Вопрос	1	2	Σ
Баллы	15	15	30

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Технологические параметры прессования.
2. Основные технологические свойства прессматериалов и их влияние на параметры процесса и качество формуемых изделий.

Оценочный материал по контрольной работе №2

Вопрос	1	2	Σ
Баллы	15	15	30

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 20 баллов за вопрос.

1. Получение моноволокон, нитей и изделий из них.
2. Методы прядения из расплавов и растворов. Изготовление нитей из моноволокон.

Оценочный материал по контрольной работе №3

Вопрос	1	2	Σ
Баллы	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения / ред. М. И. Штильман. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с.

Б) Дополнительная:

1. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения / - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- презентации к некоторым аудиторным занятиям;
- раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

– <https://elibrary.ru/>

– <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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 «Получение изделий на основе полимеров медико-биологического назначения» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Общие вопросы переработки полимеров	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Требования, предъявляемые к свойствам полимеров, предназначенных для получения изделий медико-биологического назначения с учетом области их применения. • Общие принципы технологии переработки полимеров и полимерных композиций, оптимизации производственных процессов, основы техники безопасности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать наиболее приемлемый и экономичный способ получения определенного изделия. • Оценить возможность применения определенного типа, марки полимера для применения в медицинских целях с учетом выбранного 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>

	<p>метода формирования изделия.</p> <ul style="list-style-type: none"> Уметь работать со справочно-информационными системами в данной области, связанной со знанием свойств, методов переработки и использования изделий на основе полимерных материалов в медико-биологических технологиях. <p>Владеет: основными представлениями о методах переработки полимеров и свойствах получаемых материалов.</p>	
<p>Раздел 2. Основные методы переработки полимеров</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> Требования, предъявляемые к свойствам полимеров, предназначенных для получения изделий медико-биологического назначения с учетом области их применения. Общие принципы технологии переработки полимеров и полимерных композиций, оптимизации производственных процессов, основы техники безопасности. Важнейшие технологические процессы переработки полимерных материалов и вязкотекучем, высокоэластичном, растворенном состоянии и основное оборудование, применяемого в этих процессах. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> Описать важнейшие методы 	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>

	<p>переработки полимеров, композиционных материалов на их основе и их характерные особенности.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать наиболее приемлемый и экономичный способ получения определенного изделия. • Оценить возможность применения определенного типа, марки полимера для применения в медицинских целях с учетом выбранного метода формования изделия. • Уметь работать со справочно-информационными системами в данной области, связанной со знанием свойств, методов переработки и использования изделий на основе полимерных материалов в медико-биологических технологиях. <p>Владеет: основными представлениями о методах переработки полимеров и свойствах получаемых материалов.</p>	
<p>Раздел 3. Методы получения изделий специального назначения</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Важнейшие технологические процессы переработки полимерных материалов и вязкотекучем, высокоэластичном, растворенном состоянии и основное оборудование, применяемого в этих процессах. • Специальные методы 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p>

	<p>переработки полимеров и полимерных композиционных материалов.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Получение высокодисперсных, газонаполненных, пленочных, волокнистых, тканых, гранулированных изделий специального назначения. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Описать важнейшие методы переработки полимеров, композиционных материалов на их основе и их характерные особенности. • Выбирать наиболее приемлемый и экономичный способ получения определенного изделия. • Оценить возможность применения определенного типа, марки полимера для применения в медицинских целях с учетом выбранного метода формования изделия. • Уметь работать со справочно-информационными системами в данной области, связанной со знанием свойств, методов переработки и использования изделий на основе полимерных материалов в медико-биологических технологиях. <p>Владеет: основными представлениями о методах переработки полимеров и свойствах получаемых</p>	
--	--	--

	материалов.	
--	-------------	--

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

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

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

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

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Применение полимеров медико-биологического назначения»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Химическая технология полимеров медико-биологического
назначения»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программу составил:

д.х.н., профессор, профессор Кафедры биоматериалов М.И. Штильман

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биоматериалов, протокол № 8
от «12» мая 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биоматериалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Применение полимеров медико-биологического назначения» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.06) и рассчитана на изучение в 1 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин химического профиля.

Целью дисциплины является овладение магистрантами компетенциями и углубленными знаниями, в области полимерных биоматериалов, направлений их использования и требований, предъявляемых к полимерным биоматериалам.

Задача дисциплины – получение углубленных знаний о взаимодействии полимеров с живым организмом и использовании полимеров для изготовления имплантатов, в частности, эндопротезов.

Дисциплина «Применение полимеров медико-биологического назначения» 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:**

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание	Задачи профессиональной деятельности
ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	ПК-4.1 Знает требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров ПК-4.3 Владеет принципами создания материалов медико-биологического назначения на основе полимеров	Профессиональный стандарт 26.014 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1157н) <i>В/01.7 Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий</i>	Проведение научных исследований в области разработки методов синтеза новых биоматериалов

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Области применения полимеров медико-биологического назначения
- Общие особенности использования полимеров в этих областях
- Виды макромолекулярных материалов, используемых в той или иной области медико-биологического применения
- Особенности взаимодействия полимеров с живым организмом
- Особенности и методы подготовки полимерных материалов к контакту с живыми тканями
- Стадии допуска полимерных материалов к применению в медико-биологических областях.
- Основные типы имплантатов, при создании которых используются полимеры

Уметь:

- Перечислить основные направления применения полимеров в медико-биологических областях
- Написать формулы основных полимеров, применяемых при создании имплантатов
- Описать методы подготовки полимеров для контакта с живым организмом
- Работать с литературой в данной области, в том числе поисковыми системами, знать особенности работы с библиотечными данными

Владеть:

- Современными представлениями в области использования полимеров в медико-биологических областях.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,84	102	76,5
Лекции	1,41	51	38,25
Практические занятия (ПЗ)	1,41	51	38,25
Самостоятельная работа	1,16	42	31,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины			
Вид контроля:	Экзамен (36)		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№№ раздела	Темы дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самост. работа
	Раздел 1. Введение	16	5	5	6
1.1	Роль полимеров в науках и технологиях, оптимизирующих жизнедеятельность человека и других живых организмов	16	5	5	6
	Раздел 2. Имплантаты, при создании которых используются	18	6	6	6

	полимеры (общие вопросы применения)				
2.1	Основные термины и понятия	9	3	3	3
2.2	Реакция организма на имплантат	9	3	3	3
	Раздел 3. Полимерные имплантаты	110	40	40	30
3.1	Имплантаты для сердечно-сосудистой системы	11	4	4	3
3.2	Полимерные имплантаты в системах, образованных костной тканью	11	4	4	3
3.3	Замещение связок, сухожилий, мышц	11	4	4	3
3.4	Эндопротезирование мягких тканей и заполнение послеоперационных полостей	11	4	4	3
3.5	Полимерные материалы в лечении пораженных участков кожи	11	4	4	3
3.6	Шовные материалы	11	4	4	3
3.7	Полимеры в стоматологии	11	4	4	3
3.8	Полимеры в офтальмологии	11	4	4	3
3.9	Другие области использования полимеров в качестве имплантатов	11	4	4	3
3.10	Типы полимеров, используемых для создания имплантатов	11	4	4	3
	Экзамен	36			
	Всего часов:	180	51	51	42

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Роль полимеров в науках и технологиях, оптимизирующих жизнедеятельность человека и других живых организмов

Роль наук и технологий, рассматривающих жизнедеятельность человека и других живых организмов в современном мире. Роль в этих направлениях полимеров и технологий с их использованием. Основные направления применения высокомолекулярных соединений и полимерных материалов в медико-биологических областях.

Раздел 2. ПОЛИМЕРНЫЕ ИМПЛАНТАТЫ (ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ)

2.1. Основные термины и понятия

Иерархия элементов организма - клетка, ткани, органы, системы органов. Основные процессы замещения органов и тканей - аутотрансплантация, аллотрансплантация (гомотрансплантация), ксенотрансплантация (гетеротрансплантация), имплантация. Имплантаты, эндопротезы. Общие требования, предъявляемые к имплантатам.

Основные понятия, характеризующие взаимодействие имплантата с организмом - биологическая инертность, биологическая совместимость, биодegradация (рассасываемость), эрозия поверхности, биотрансформация, биодеструкция, гемосовместимость, тромборезистентность.

2.2. Реакция организма на имплантат

Примеры деградируемых имплантатов и имплантатов длительного функционирования. Биодegradация имплантата (физико-химические, морфологические и биологические аспекты биодegradации, взаимодействие материала имплантата с жидкими средами и влияние их состава, роль различных молекулярных и клеточных факторов, неклеточная и клеточная стадии биодegradации).

Биотрансформация полимера в организме (биодеструкция и другие возможные химические превращения). Биодеструкция полимера (типы гидролизуемых групп, примеры используемых биодеструктируемых полимеров, роль химических и энзиматических процессов, продукты деструкции и их судьба в организме).

Биологические особенности образования тканевой капсулы, осложнения при образовании капсулы. Влияние строения полимера на образование капсулы.

Проблема гемосовместимости. Принципы создания гемосовместимых полимерных материалов. Основные типы используемых поверхностей и материалов (углеродсодержащие материалы, гидрогелевые покрытия, сегментированные полимеры, поверхностные слои с иммобилизованными биологически активными веществами ферментативного и антикоагулянтного действия, гепаринизованные поверхности, многослойные материалы, полимерные поверхности с включенными эндотелиальными клетками).

Раздел 3. ПОЛИМЕРНЫЕ ИМПЛАНТАТЫ (ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ОРГАНИЗМА)

3.1. Имплантаты для сердечно-сосудистой системы

Принципиальные анатомические особенности сердечно-сосудистой системы.

Эндопротезы кровеносных сосудов (требования, предъявляемые к эндопротезам сосудов, биологические особенности функционирования, роль пористости, типы используемых материалов, эндопротезы на основе полиэтилентерефталата и политетрафторэтилена). Пломбировочные составы для сосудов, типы используемых материалов.

Эндопротезирование клапанов сердца (предъявляемые требования, основные конструкции, типы используемых материалов).

Эндопротезы сердца (предъявляемые требования, принципы конструкций, типы используемых материалов, изделия на основе сегментированных полиуретанов).

Системы вспомогательного кровообращения (эндопротезы левого желудочка сердца, электрокардиостимуляторы, аортальные насосы - баллончики, особенности функционирования, типы используемых материалов).

3.2. Полимерные имплантаты в системах, образованных костной тканью

Основные типы костных элементов организма, особенности их строения. Имплантаты с длительным сроком эксплуатации и имплантаты, замещаемые костной тканью.

Замещение костей и их фрагментов (требования к имплантатам, примеры использования полимерных материалов на различных типах костей).

Использование полимерных фиксирующих устройств, типы материалов.

Пломбирование дефектов костей, типы используемых материалов.

Клеи и цементы для соединения костных отломов и крепления эндопротезов суставов, предъявляемые требования и основные типы используемых полимеров, акриловый костный цемент.

Операции на суставных соединениях (эндопротезирование тазобедренного сустава, коленного сустава, плечевого и локтевого суставов, замещение в суставах кисти руки, требования к имплантатам, основные типы используемых полимеров, используемых при замещениях в костной системе).

3.3. Замещение связок, сухожилий, мышц

Принципиальные особенности строения связок, сухожилий, мышц и их функции. Основные типы полимеров, используемых при эндопротезировании связок и сухожилий. Принципиальные возможности по использовании полимеров в замещении мышечной ткани.

3.4. Эндопротезирование мягких тканей и заполнение послеоперационных полостей

Заранее приготовленные эндопротезы и композиции, отверждаемые в организме, предъявляемые требования. Сетчатые имплантаты. Основные типы материалов, используемых при замещении мягких тканей.

Медицинские клеи для склеивания мягких тканей, основные требования и применяемые типы полимеров (полиуретановые, полипептидные, цианакрилатные клеи).

3.5. Полимерные материалы в лечении пораженных участков кожи

Роль кожного покрова тела и принципиальные особенности его строения. Особенности использования полимерных материалов на различных стадиях раневого процесса. Требования, предъявляемые к используемым материалам. Изолирующие, сорбирующие, лечебные материалы.

Основные типы полимеров и композиционных материалов, используемых для лечения ран и ожогов.

3.6. Шовные материалы

Использование шовных материалов при соединении рассеченных тканей и введении эндопротезов. Конструкции изделий. Виды материалов волоконной части на основе природных (кетгут; шелковые, льняные, хлопковые, коллагеновые волокна) и синтетических (полипропилен, полиэфиры, полиамиды) полимеров. Биodeградируемые (рассасывающиеся) шовные материалы, полимеры гидроксикарбоновых кислот.

Модифицированные шовные волокна (введение красителей, нанесение покрытий, биологически активные волокна).

3.7. Полимеры в стоматологии

Строение зуба и типичные поражения. Ортопедическое, хирургическое и терапевтическое направления применения полимеров в стоматологии.

Требования, предъявляемые к пломбировочным композициям. Типы полимерных связующих пломбировочных композиций, ненасыщенные полимерные связующие и инициаторы отверждения, эпоксидсодержащие полимеры, полиэлектролитные системы. Наполнители.

3.8. Полимеры в офтальмологии

Принципы строения глаза и основные направления использования полимеров в офтальмологии (эндопротезы интраокулярных линз, дренажи, имплантаты роговицы, радужной оболочки, основные типы используемых материалов).

3.9. Другие области использования полимеров в качестве имплантатов

Замещение нервной ткани. Использование полимеров в отоларингологии и др. Основные типы полимерных материалов.

3.10. Основные типы полимеров, используемых для создания имплантатов

Карбоцепные полимеры – полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы, полипропилен, пористый политетрафторэтилен, полимеры и сополимеры (мет)акрилатов, N-винилпирролидона. Гетероцепные полимеры – полиэфиры (полиэтилентерефталат, полиэфиры гидроксикарбоновых кислот), полиамиды, сегментированные полиуретаны. Природные полимеры - белки, полипептиды, полисахариды, нуклеиновые кислоты. Композиционные материалы.

Подготовка материалов к имплантации. Методы стерилизации (тепловая, химическая, радиационная).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	Области применения полимеров медико-биологического назначения	+	+	+	
2	Общие особенности использования полимеров в этих областях		+	+	
3	Виды макромолекулярных материалов, используемых в той или иной области медико-биологического применения		+	+	
4	Особенности и методы подготовки полимерных материалов к контакту с живыми тканями		+	+	
5	Особенности взаимодействия полимеров с живым организмом		+	+	
6	Стадии допуска полимерных материалов к применению в медико-биологических областях.		+	+	
7	Основные типы имплантатов, при создании которых используются полимеры		+	+	
	Уметь:				
8	Перечислить направления применения в медико-биологических областях	+	+	+	
9	Написать формулы основных полимеров, применяемых в медико-биологических областях		+	+	
10	Описать методы их синтеза, основные свойства и методы подготовки для контакта с биологическими объектами		+	+	
11	Работать с литературой в данной области, в том числе поисковыми системами, знать особенности работы с библиотечными данными		+	+	
	Владеть:				
12	Современными представлениями в области использования полимеров в медико-биологических областях.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
13	ПК-4 Способен	ПК-4.1 Знает	+	+	+

	разрабатывать новые материалы и изделия медико-биологического назначения на основе полимеров	требования, предъявляемые к полимерным биоматериалам ПК-4.2 Умеет разрабатывать новые материалы медико-биологического назначения на основе полимеров ПК-4.3 Владеет принципами создания материалов медико-биологического назначения на основе полимеров			
--	--	---	--	--	--

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 25 акад. ч.

№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Акад. часов
1.1	Роль полимеров в технологии, оптимизирующих жизнедеятельность человека и других живых организмов	5
2.1	Основные термины и понятия	3
2.2	Реакция организма на имплантат	3
3.1	Имплантаты для сердечно-сосудистой системы	4
3.2	Полимерные имплантаты в системах, образованных костной тканью	4
3.3	Замещение связок, сухожилий, мышц	4
3.4	Эндопротезирование мягких тканей и заполнение послеоперационных полостей	4
3.5	Полимерные материалы в лечении пораженных участков кожи	4
3.6	Шовные материалы	4
3.7	Полимеры в стоматологии	4
3.8	Полимеры в офтальмологии	4

3.9	Другие области использования полимеров в качестве имплантатов	4
3.10	Типы полимеров, используемых для создания имплантатов	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены Рабочим учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Применение полимеров медико-биологического назначения» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 42 ч.

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

- подготовку к контролю освоения дисциплины;
- анализ материала аудиторных занятий;
- работу с учебной и научной литературой

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу).

Раздел	Контрольные вопросы
Раздел 1. Введение	1. Роль наук и технологий, рассматривающих жизнедеятельность человека и других живых организмов в современном мире. 2. Роль полимеров и технологий в медицине и биологии. 3. Основные направления применения высокомолекулярных соединений и полимерных материалов в медико-биологических областях. 4. Общие представления об эндопротезировании. 5. Имплантаты 6. Эндопротезы. 7. Полимеры в создании вспомогательных медицинских устройств.
Раздел 2. Полимерные имплантаты (общие вопросы применения)	1. Иерархия элементов организма - клетка, ткани, органы, системы органов. 2. Основные процессы замещения органов и тканей - аутотрансплантация, аллотрансплантация (гомотрансплантация), ксенотрансплантация (гетеротранс-плантация), имплантация. Имплантаты, эндопротезы. Общие требования, предъявляемые к имплантатам. 3. Основные понятия, характеризующие взаимодействие имплантата с организмом - биологическая инертность, биологическая совместимость, биodeградация (рассасываемость), эрозия поверхности, биотрансформация, биодеструкция, гемосовместимость,

	<p>тромборезистентность.</p> <p>4. Примеры деградируемых имплантатов и имплантатов длительного функционирования. Биодеградация имплантата (физико-химические, морфологические и биологические аспекты биодеградации, взаимодействие материала имплантата с жидкими средами и влияние их состава, роль различных молекулярных и клеточных факторов, неклеточная и клеточная стадии биодеградации).</p> <p>5. Биотрансформация полимера в организме (биодеструкция и другие возможные химические превращения).</p> <p>6. Биодеструкция полимера (типы гидролизуемых групп, примеры используемых биодеструктируемых полимеров, роль химических и ферментативных процессов, продукты деструкции и их судьба в организме).</p> <p>7. Биологические особенности образования тканевой капсулы, осложнения при образовании капсулы. Влияние строения полимера на образование капсулы.</p> <p>8. Проблема гемосовместимости. Принципы создания гемосовместимых полимерных материалов.</p> <p>9. Основные типы используемых поверхностей и материалов способных контактировать с кровью.</p>
<p>Раздел 3. Полимерные имплантаты (функционирование в системах организма)</p>	<p>1. Имплантаты для сердечно-сосудистой системы</p> <p>2. Принципиальные анатомические особенности сердечно-сосудистой системы.</p> <p>3. Эндопротезы кровеносных сосудов (требования, предъявляемые к эндопротезам сосудов, биологические особенности функционирования, роль пористости, типы используемых материалов, эндопротезы на основе полиэтилентерефталата и политетрафторэтилена). Пломбировочные составы для сосудов, типы используемых материалов.</p> <p>4. Эндопротезирование клапанов сердца (предъявляемые требования, основные конструкции, типы используемых материалов).</p> <p>5. Эндопротезы сердца (предъявляемые требования, принципы конструкций, типы используемых материалов, изделия на основе сегментированных полиуретанов).</p> <p>6. Системы вспомогательного кровообращения (эндопротезы левого желудочка сердца, электрокардиостимуляторы, аортальные насосы-баллончики, особенности функционирования, типы используемых материалов).</p> <p>7. Полимерные имплантаты в системах, образованных костной тканью</p> <p>8. Основные типы костных элементов организма, особенности их строения. Имплантаты с длительным сроком эксплуатации и имплантаты замещаемые костной тканью.</p> <p>9. Замещение костей и их фрагментов (требования к имплантатам, примеры использования полимерных материалов на различных типах костей).</p> <p>10. Использование полимерных фиксирующих устройств, типы материалов.</p> <p>11. Пломбирование дефектов костей, типы используемых материалов.</p> <p>12. Клеи и цементы для соединения костных отломов и крепления эндопротезов суставов, предъявляемые требования и основные типы используемых полимеров, акриловый костный цемент.</p> <p>13. Операции на суставных соединениях (эндопротезирование</p>

	<p>тазобедренного сустава, коленного сустава, замещение в суставах кисти руки, требования к имплантатам, основные типы используемых полимеров, используемых при замещениях в костной системе).</p> <p>14. Принципиальные особенности строения связок, сухожилий, мышц и их функции. Основные типы полимеров, используемых при эндопротезировании связок и сухожилий. Принципиальные возможности по использованию полимеров в замещении мышечной ткани.</p> <p>15. Заранее приготовленные эндопротезы и композиции, отверждаемые в организме, предъявляемые требования. Сетчатые имплантаты. Основные типы материалов, используемых при замещении мягких тканей.</p> <p>16. Медицинские клеи для склеивания мягких тканей, основные требования и применяемые типы полимеров (полиуретановые, полипептидные, цианакрилатные клеи).</p> <p>17. Полимерные материалы в лечении пораженных участков кожи</p> <p>18. Роль кожного покрова тела и принципиальные особенности его строения. Особенности использования полимерных материалов на различных стадиях раневого процесса. Требования, предъявляемые к используемым материалам. Изолирующие, сорбирующие, лечебные материалы.</p> <p>19. Основные типы полимеров и композиционных материалов, используемых для лечения ран и ожогов.</p> <p>20. Использование шовных материалов при соединении рассеченных тканей и введении эндопротезов. Конструкции изделий. Виды материалов волоконной части на основе природных (кетгут; шелковые, льняные, хлопковые, коллагеновые волокна) и синтетических (полипропилен, полиэфиры, полиамиды) полимеров. Биodeградируемые (рассасывающиеся) шовные материалы, полимеры гидроксикарбоновых кислот.</p> <p>21. Модифицированные шовные волокна (введение красителей, нанесение покрытий, биологически активные волокна).</p> <p>22. Строение зуба и типичные поражения. Ортопедическое, хирургическое и терапевтическое направления применения полимеров в стоматологии.</p> <p>23. Требования, предъявляемые к пломбировочным композициям. Типы полимерных связующих пломбировочных композиций, ненасыщенные полимерные связующие и инициаторы отверждения, эпоксидсодержащие полимеры, полиэлектролитные системы. Наполнители.</p> <p>24. Полимеры в офтальмологии</p> <p>25. Другие области использования полимеров в качестве имплантатов</p> <p>26. Типы полимеров, используемых для создания имплантатов</p> <p>27. Крупномасштабные полимеры медицинской степени очистки и специальные полимеры.</p> <p>28. Природные полимеры - коллаген, хитозан, фибрин. Основные свойства, методы получения.</p> <p>29. Композиционные материалы. Связующие, наполнители, гидроксипатит, углерод.</p> <p>30. Подготовка материалов к имплантации. Методы стерилизации (тепловая, химическая, радиационная).</p>
--	--

8.2. Образцы билетов контрольных работ

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Роль наук и технологий, рассматривающих жизнедеятельность человека и других живых организмов в современном мире.
2. Роль полимеров и технологий в медицине и биологии.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Вариант № 2

1. Роль полимеров и технологий в медицине и биологии.
2. Основные направления применения высокомолекулярных соединений и полимерных материалов в медико-биологических областях.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Биодеструкция полимеров.
2. Биологические особенности образования тканевой капсулы, осложнения при образовании капсулы. Влияние строения полимера на образование капсулы.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Вариант № 2

1. Проблема гемосовместимости. Принципы создания гемосовместимых полимерных материалов.
2. Основные типы используемых поверхностей и материалов способных контактировать с кровью.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Полимеры в офтальмологии
2. Другие области использования полимеров в качестве имплантатов

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

Вариант № 2

1. Типы полимеров, используемых для создания имплантатов
2. Крупномасштабные полимеры медицинской степени очистки и специальные полимеры.

Вопрос	1	2	Σ
балл	10	10	20

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

Максимальное количество баллов за экзамен (1 семестр) – 40 баллов.

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен)

Максимальное количество баллов за экзамен– 40 баллов

1. Роль наук и технологий, рассматривающих жизнедеятельность человека и других живых организмов в современном мире.
2. Основные направления применения высокомолекулярных соединений и полимерных материалов в медико-биологических областях.
3. Иерархия элементов организма - клетка, ткани, органы, системы органов.
4. Основные процессы замещения органов и тканей - аутотрансплантация, аллотрансплантация (гомотрансплантация), ксенотрансплантация (гетеротрансплантация), имплантация. Имплантаты, эндопротезы. Общие требования, предъявляемые к имплантатам.
5. Основные понятия, характеризующие взаимодействие имплантата с организмом - биологическая инертность, биологическая совместимость, биодegradация (рассасываемость), эрозия поверхности, биотрансформация, биодеструкция, гемосовместимость, тромборезистентность.
6. Примеры деградируемых имплантатов и имплантатов длительного функционирования. Биодegradация имплантата (физико-химические, морфологические и биологические аспекты биодegradации, взаимодействие материала имплантата с жидкими средами и влияние их состава, роль различных молекулярных и клеточных факторов, неклеточная и клеточная стадии биодegradации).
7. Биотрансформация полимера в организме (биодеструкция и другие возможные химические превращения).
8. Биодеструкция полимера (типы гидролизуемых групп, примеры используемых биодеструируемых полимеров, роль химических и ферментативных процессов, продукты деструкции и их судьба в организме).
9. Биологические особенности образования тканевой капсулы, осложнения при образовании капсулы. Влияние строения полимера на образование капсулы.
10. Проблема гемосовместимости. Принципы создания гемосовместимых полимерных материалов.
11. Основные типы используемых поверхностей и материалов способных контактировать с кровью.
12. Имплантаты для сердечно-сосудистой системы
13. Принципиальные анатомические особенности сердечно-сосудистой системы.
14. Эндопротезы кровеносных сосудов (требования, предъявляемые к эндопротезам сосудов, биологические особенности функционирования, роль пористости, типы используемых материалов, эндопротезы на основе полиэтилентерефталата и политетрафторэтилена). Пломбировочные составы для сосудов, типы используемых материалов.
15. Эндопротезирование клапанов сердца (предъявляемые требования, основные конструкции, типы используемых материалов).
16. Эндопротезы сердца (предъявляемые требования, принципы конструкций, типы используемых материалов, изделия на основе сегментированных полиуретанов).
17. Системы вспомогательного кровообращения (эндопротезы левого желудочка сердца, электрокардиостимуляторы, аортальные насосы-баллончики, особенности функционирования, типы используемых материалов).
18. Полимерные имплантаты в системах, образованных костной тканью
19. Основные типы костных элементов организма, особенности их строения. Имплантаты с длительным сроком эксплуатации и имплантаты замещаемые костной тканью.

20. Замещение костей и их фрагментов (требования к имплантатам, примеры использования полимерных материалов на различных типах костей).
21. Использование полимерных фиксирующих устройств, типы материалов.
22. Пломбирование дефектов костей, типы используемых материалов.
23. Клеи и цементы для соединения костных отломов и крепления эндопротезов суставов, предъявляемые требования и основные типы используемых полимеров, акриловый костный цемент.
24. Операции на суставных соединениях (эндопротезирование тазобедренного сустава, коленного сустава, замещение в суставах кисти руки, требования к имплантатам, основные типы используемых полимеров, используемых при замещениях в костной системе).
25. Принципиальные особенности строения связок, сухожилий, мышц и их функции. Основные типы полимеров, используемых при эндопротезировании связок и сухожилий. Принципиальные возможности по использованию полимеров в замещении мышечной ткани.
26. Заранее приготовленные эндопротезы и композиции, отверждаемые в организме, предъявляемые требования. Сетчатые имплантаты. Основные типы материалов, используемых при замещении мягких тканей.
27. Медицинские клеи для склеивания мягких тканей, основные требования и применяемые типы полимеров (полиуретановые, полипептидные, цианакрилатные клеи).
28. Полимерные материалы в лечении пораженных участков кожи
29. Роль кожного покрова тела и принципиальные особенности его строения. Особенности использования полимерных материалов на различных стадиях раневого процесса. Требования, предъявляемые к используемым материалам. Изолирующие, сорбирующие, лечебные материалы.
30. Основные типы полимеров и композиционных материалов, используемых для лечения ран и ожогов.
31. Использование шовных материалов при соединении рассеченных тканей и введении эндопротезов. Конструкции изделий. Виды материалов волоконной части на основе природных (кетгут; шелковые, льняные, хлопковые, коллагеновые волокна) и синтетических (полипропилен, полиэфиры, полиамиды) полимеров. Биodeградируемые (рассасывающиеся) шовные материалы, полимеры гидроксикарбоновых кислот.
32. Модифицированные шовные волокна (введение красителей, нанесение покрытий, биологически активные волокна).
33. Строение зуба и типичные поражения. Ортопедическое, хирургическое и терапевтическое направления применения полимеров в стоматологии.
34. Требования, предъявляемые к пломбировочным композициям. Типы полимерных связующих пломбировочных композиций, ненасыщенные полимерные связующие и инициаторы отверждения, эпоксидсодержащие полимеры, полиэлектролитные системы. Наполнители.
35. Полимеры в офтальмологии
36. Другие области использования полимеров в качестве имплантатов
37. Типы полимеров, используемых для создания имплантатов
38. Крупномасштабные полимеры медицинской степени очистки и специальные полимеры.
39. Природные полимеры - коллаген, хитозан, фибрин. Основные свойства, методы получения.
40. Композиционные материалы. Связующие, наполнители, гидроксиапатит, углерод.
41. Подготовка материалов к имплантации. Методы стерилизации (тепловая, химическая, радиационная).

8.4. Структура и примеры билетов итогового контроля. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

Экзамен по дисциплине «Применение полимеров медико-биологического назначения» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов и второй – 20 баллов.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Экзамен по дисциплине Применение полимеров медико-биологического назначения

18.04.01 Химическая технология

Магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ №1

1. Проблема гемосовместимости. Принципы создания гемосовместимых полимерных материалов.
2. Композиционные материалы. Связующие, наполнители, гидроксипатит, углерод.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Кафедра биоматериалов

Экзамен по дисциплине Применение полимеров медико-биологического назначения

18.04.01 Химическая технология

Магистерская программа «Химическая технология полимеров медико-биологического назначения»

БИЛЕТ № 2

1. Основные типы костных элементов организма, особенности их строения. Имплантаты с длительным сроком эксплуатации и имплантаты замещающие костной тканью.
2. Крупномасштабные полимеры медицинской степени очистки и специальные полимеры.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная:

1. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения / ред. М. И. Штильман. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с.

Б) Дополнительная:

1. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения - М.: Академкнига. 2006.с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– презентации к некоторым аудиторным занятиям;
– раздаточный иллюстративный материал к некоторым аудиторным занятиям.
Научно-технические журналы:

- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А» ISSN 2308-1120
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия Б» ISSN 2308-1139
- Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С» ISSN 2308-1147
- Журнал «Журнал общей химии» ISSN 0044 - 460X
- Журнал «Биоорганическая химия» ISSN 0132-3423
- Журнал «Биохимия» ISSN 0320-9725
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

– <https://elibrary.ru/>

– <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri?zone=&origin=NO%20ORIGIN%20DEFINED>

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.

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 полимеров медико-биологического назначения» проводятся в форме аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Аудитория с доской, компьютером, проектором и экраном.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; аудитория со стационарным комплексом отображения информации с электронного носителя; сканер; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
-------	------------------------------------	-----------------------------	---------------------	----------------------------------

1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
---	--	---------------------------------------	---	--

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Введение	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Области применения полимеров медико-биологического назначения <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Перечислить основные направления применения полимеров в медико-биологических областях <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Современными представлениями в области использования полимеров в медико-биологических областях. 	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 2. Полимерные имплантаты (общие вопросы применения)	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Области применения полимеров медико-биологического назначения • Общие особенности использования полимеров в этих областях • Виды макромолекулярных материалов, используемых в той или иной области медико-биологического применения • Особенности взаимодействия полимеров с живым организмом • Особенности и методы подготовки полимерных материалов к контакту с живыми 	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)

	<p>тканями</p> <ul style="list-style-type: none"> • Стадии допуска полимерных материалов к применению в медико-биологических областях. • Основные типы имплантатов, при создании которых используются полимеры <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Перечислить основные направления применения полимеров в медико-биологических областях • Написать формулы основных полимеров, применяемых при создании имплантатов • Описать методы подготовки полимеров для контакта с живым организмом • Работать с литературой в данной области, в том числе поисковыми системами, знать особенности работы с библиотечными данными <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Современными представлениями в области использования полимеров в медико-биологических областях. 	
Раздел 3. Полимерные имплантаты (функционирование в системах организма)	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Области применения полимеров медико-биологического назначения • Общие особенности использования полимеров в этих областях • Виды макромолекулярных материалов, используемых в той или иной области медико-биологического применения • Особенности взаимодействия полимеров с живым организмом • Особенности и методы подготовки полимерных материалов к контакту с живыми тканями • Стадии допуска полимерных материалов к применению в медико-биологических областях. • Основные типы имплантатов, при 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр)</p>

	<p>создании которых используются полимеры</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Перечислить основные направления применения полимеров в медико-биологических областях • Написать формулы основных полимеров, применяемых при создании имплантатов • Описать методы подготовки полимеров для контакта с живым организмом • Работать с литературой в данной области, в том числе поисковыми системами, знать особенности работы с библиотечными данными <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Современными представлениями в области использования полимеров в медико-биологических областях. 	
--	--	--

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

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

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

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

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