

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Биотехнология биополимеров»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, профессором кафедры биотехнологии И.В. Шакир.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Биотехнология биополимеров»** относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии. Основное внимание уделяется биополимерам растительного, животного происхождения и полисахаридам микроорганизмов, а также биополимерам медико-биологического назначения.

Цель дисциплины – ознакомить студентов со строением, свойствами, основных природных биополимеров.

Задачи дисциплины - изучение классических и современных технологий получения биополимеров растительного и животного происхождения, основных областей применения и др.; развитие способностей к анализу полученной информации.

Дисциплина **«Биотехнология биополимеров»** преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

	– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования

				(QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- экономические критерии оптимизации производства;
- основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

Уметь:

- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

Владеть:

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,2	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,8	5,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практ. Занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
	Введение	4	0	2	0	2	0	0	0	0
1	Характеристика природных биополимеров	18	0	8	0	8	0	0	0	2
2	Характеристика отдельных групп полисахаридов.	30	0	14	0	14	0	0	0	2
2.1	Фитополисахариды.	17	0	8	0	8	0	0	0	1
2.2	Зоополисахариды.	13	0	6	0	6	0	0	0	1
3	Углеводсодержащие смешанные биополимеры.	20	0	8	0	8	0	0	0	4
3.1	Углеводсодержащие смешанные биополимеры.	9	0	4	0	4	0	0	0	1
3.2	Полисахариды микроорганизмов.	5	0	2	0	2	0	0	0	1
3.3	Биополимеры медико-биологического назначения.	6	0	2	0	2	0	0	0	2
	ИТОГО	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Природные биополимеры и их значение.

Раздел 1. Характеристика природных биополимеров

Основные компоненты растительного сырья. Углеводы. Физические и химические свойства моносахаридов. Современное производство.

Гомо- и гетерополисахариды. Классификация. Распространение в природе, свойства и функции. Способы выделения (экстракция, ультрафильтрация, диализ, хроматография).

Раздел 2. Характеристика отдельных групп полисахаридов. Общая характеристика основных компонентов растительного сырья.

2.1. Фитополисахариды. Целлюлоза. Строение и свойства, Технологии получения чистой целлюлозы и ее применение. Гемилцеллюлозы. Резервные полисахариды растений. Крахмал и инулин. Камеди и слизи. Полисахариды водорослей. Агар и агароза. Альгиновые кислоты.

2.2. Биополимеры животного происхождения. Хитин и хитозан. Строение, свойства, современные технологии получения. Гликоген. Мукополисахариды.

Раздел 3. Углеводсодержащие смешанные биополимеры.

3.1. Гликопротеины и протеогликаны. Гликопротеины. Белковые компоненты углеводов соединительной ткани (хондроитинсульфаты, гепарин и др.) Групповые вещества крови. Гликолипиды и гликолипопротеиды. Тейхоевые кислоты.

3.2. Полисахариды микроорганизмов. Полисахариды клеточной стенки дрожжей. Бактериальные экзополисахариды и их потенциал для биотехнологии. Бактериальная целлюлоза. Технология получения декстрана и его применение. Химическое строение, биосинтез и свойства ксантана, технология получения и применение.

3.3. Биополимеры медико-биологического назначения.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<i>Знать:</i>			
1	основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.	+	+	+
2	принципиальную схему биотехнологического производства.	+	+	+
	экономические критерии оптимизации производства.	+	+	+
	основы биотехнологии биополимеров, основные объекты и методы работы с ними.	+	+	+
3	биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.	+	+	+
4	закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.	+	+	+
5	методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.	-	-	+
	<i>уметь:</i>			
6	осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.	+	+	+
7	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.	+	+	+
8	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.	+	+	+
9	определять параметры сырья и продукции при их сертификации.	+	+	+
10	выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.	+	+	+
	<i>владеть:</i>			
11	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции.	+	+	+
12	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.	+	+	+
13	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		

14	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+	+
		ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Основные компоненты растительного сырья. Углеводы. Физические и химические свойства моносахаридов. Современное производство. Гомо- и гетерополисахариды. Классификация. Распространение в природе, свойства и функции.	4
2	1	Способы выделения (экстракция, ультрафильтрация, диализ, хроматография) биополимеров.	4
3	2	Фитополисахариды. Целлюлоза, строение, свойства и применение. Методы биоконверсии. Гемицеллюлозы. Камеди и слизи. Лигнин.	4
4	2	Биополимеры водорослей.	4
5	2	Биополимеры животного происхождения.	6
6	3	Полисахариды микроорганизмов.	3
7	3	Биополимеры медико-биологического назначения.	3
8,9	3	Семинар-конференция, доклады с презентациями по ранее выбранным темам курса.	2

6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с периодическими изданиями и с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. 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 и составляет по 30 баллов за работы 1-2 и 40 баллов за 3-ю.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Расположите в порядке возрастания степени полимеризации

Амилоза, крахмал, гемицеллюлозы, целлюлоза

2. Что общего и в чем отличие в строении и свойствах целлюлозы и гемицеллюлоз?

3. Назовите единственную физическую константу, которая применяется в повседневной практике для характеристики полисахаридов.

Лигнин, гемицеллюлозы, целлюлоза, инулин

4. Укажите происхождение и основную функцию каждого из полисахаридов из п.1

Вопрос 1.2

1. Укажите происхождение и основную функцию каждого из полисахаридов из п.1

2. Какие продукты образуются при действии минеральных кислот на крахмал?

3. Дайте краткую характеристику структурных полисахаридов растений.

4. Какие продукты образуются при действии минеральных кислот на целлюлозу?

Вопрос 1.3

1. Назовите область применения каждого из веществ из п.1.

2. Что является основным структурным компонентом пектиновых веществ?

3. Что такое «индекс кристалличности»?

4. Назовите промышленные источники пектиновых веществ.

Вопрос 1.4

1. Назовите основные компоненты растительного сырья

2. Назовите промышленные источники полифруктозанов.

3. Как доказать, что выделяемый Вами полисахарид является индивидуальным веществом?

4. Что такое «ретроградация растворов»?

Вопрос 1.5

1. Что такое модифицированная целлюлоза?

1. Дайте определение понятию «полиморфизм».

2. При помощи каких реакций можно различить крахмал, сахарозу и глюкозу?

3. Биологическая роль гликогена.

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

Вопрос 2.1

1. Расположите в порядке возрастания степени полимеризации

Хитозан, Хитин, Гепарин, Гиалуроновая кислота

2. Расположите в порядке убывания степени полимеризации

Хитозан, Хитин, Гепарин, Гиалуроновая кислота

3. Расположите в порядке возрастания степени полимеризации

Гиалуроновая кислота, Хитозан, Хитин, Гепарин

4. Что является структурной единицей хитина?

Вопрос 2.2

1. Укажите источник получения и основную функцию хитина.

2. Как проводят деминерализацию сырья при получении хитина
3. Укажите происхождение и основную функцию гиалуроновой кислоты
4. Предложите способ получения хитозана.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

Проводится в виде конференции. Доклад с презентацией студенты готовят в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Присутствующие на конференции оценивают работы (выступления) своих товарищей, используя оценочный лист. Максимальная оценка -40 баллов.

Примерная тематика:

1. Современные лекарственные средства на основе полисахаридов микроорганизмов.
2. Экзополисахариды молочнокислых бактерий
3. Характеристика природных биополимеров.
4. Фитополисахариды и лекарственные средства на их основе

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература

1. Шакир И.В., Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кареткин Б.А., Грошева В.Д., Панфилов В.И. Биополимеры растений. Биоконверсия первичного и вторичного растительного сырья: учебное пособие – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.-180 с.

2. Биополимеры и перспективные материалы на их основе : учебное пособие / А. С. Сироткин, Ю. В. Лисюкова, Т. В. Вдовина, Ю. В. Щербакова. — Казань : КНИТУ, 2017. — 116 с. — ISBN 978-5-7882-2305-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138392> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б) Дополнительная литература

1. Кулагина, Е. М. Биополимеры в супрамолекулярных системах : учебно-методическое пособие / Е. М. Кулагина, С. В. Шилова. — Казань : КНИТУ, 2020. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-2823-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/196120> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения [Текст] : учебное пособие / ред. М. И. Штильман. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с. : ил. ; 26,65 усл.печ.л. - (Учебник для высшей школы). - Библиогр. в конце глав. - 500 экз. - ISBN 978-5-9963-1564-2

3. М.И. Штильман Полимеры медико-биологического назначения. - М.: ИКЦ Академкнига, 2006,-399с.

4. Клопов, М. И. Биологическая химия : учебное пособие для вузов / М. И. Клопов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-7319-9. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169789> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 130);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 72).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Биотехнология биополимеров»* проводятся в форме лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; образцы некоторых биополимеров.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты основных производителей.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

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

1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Характеристика природных биополимеров	Знает: основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. Умеет: выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр)
Раздел 2. Характеристика	Знает: основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную	Оценка за контрольную

отдельных групп полисахаридов	схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения; Умеет: осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	работу №2 (7 семестр)
Раздел 3. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Полисахариды микроорганизмов.	Знает: основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения. Умеет: осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению	Оценка за контрольную работу №3 (7 семестр)

технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Биотехнология биополимеров»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Биофизическая химия»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Биофизическая химия»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, физической химии, микробиологии.

Цель дисциплины – формирование комплексного представления об организации живой и неживой природы в соответствии с современными достижениями науки и техники. Осознание взаимосвязей в процессах, протекающих в клетках микро- и макроорганизмов, их взаимосвязях, месте биологических объектов в процессах превращения вещества и энергии в природе. По окончании изучения курса и успешной сдачи экзамена студенты должны иметь полное представление о физико-химических основах наиболее значимых процессов, протекающих в микробной клетке и ее отдельных структурах.

К **задачам дисциплины** следует отнести ознакомление студентов с применением основных закономерностей физической химии к биологическим системам на примере клеток микро- и микроорганизмов и, отчасти, их отдельных ферментных систем и популяций, а также в создании навыков количественных расчетов термодинамики биохимических реакций и их сложных совокупностей, осуществляемых в ходе катаболизма и анаболизма при росте и размножении микробных клеток.

Дисциплина **«Биофизическая химия»** преподается в 6-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности:	ПК-3. Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации,	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций

	– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	(НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

			ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия);
- отличительные особенности биологических объектов – открытых систем;
- современные методы биофизической химии, используемой для изучения живых систем;
- типы работ совершаемых живыми организмами;
- способы аккумуляции и превращения энергии биологическими объектами;
- физико-химические основы биохимических процессов клетки;
- основы математического моделирования биологических процессов.

Уметь:

- работать с материалами специализированной периодической литературы;
- рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование;
- рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов;

Владеть:

- методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов;
- методами прямой и непрямой калориметрии;
- методами анализа строения мембран биологических систем;
- методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов;
- методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80	60
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,34	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,78	28	21

Контактная самостоятельная работа	0,78	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,6	20,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практи ческие занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
1	Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов	36	0	14	0	12	0	0	0	10
2	Основы биоэнергетики	36	0	16	0	10	0	0	0	10
3	Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов	36	0	18	0	10	0	0	0	8
	ИТОГО:	108	0	48	0	32	0	0	0	28

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов.

Предмет и задачи биофизической химии, ее связь с родственными дисциплинами. Значение биофизической химии для биотехнологии. Принципиальные особенности применения законов физики и физической химии к биологическим системам.

Изолированные, закрытые и открытые системы в биологических системах. Равновесные и неравновесные процессы в природе. Состояние равновесия, стационарное состояние, их применимость в биотехнологии. Первое и Второе начала термодинамики, применимость к открытым системам.

Понятие о некомпенсированной теплоте. Основной постулат термодинамики открытых систем. Первая теорема Пригожина. Скорость возникновения энтропии в открытых системах. Формализм понятия «неэнтропия». Критика теорий Больцмана-Шредингера. Термодинамическое обоснование возможности осуществления сопряженных процессов.

Гипотеза Томпсона. Понятие о плотности потока (обобщенной координате) и обобщенной термодинамической силе. Неравенство де Донде. Термодинамическая сила и плотность потока в химической реакции.

Основные положения линейной термодинамики неравновесных процессов Онзагера, применимость к биотехнологическим системам. Вторая теорема Пригожина. Термодинамическое описание стационарного состояния биотехнологических систем.

Термодинамика открытых систем вдали от состояния термодинамического равновесия.

Расчет энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах. Введение поправок на частичную диссоциацию кислот, на реакцию аниона.

Раздел 2. Основы биоэнергетики.

Схема энергообмена в природе (различные типы работ, производимых в открытых системах). Строение структурных элементов микробных клеток и их функции в процессах трансформации энергии.

Строение и функции клеточных мембран. Состав и свойства биополимеров, входящих в их состав. Различия в составе биополимеров клеточных мембран микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды. Физико-химические характеристики транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Классификация типов транспорта с позиции переноса ионов через мембрану.

Трансмембранная разность электрохимических потенциалов. Na^+, K^+ -насос (превращение химической энергии в электрическую). Ca^{2+} -помпа (преобразование химической энергии в механическую). Электрохимический трансмембранный потенциал протонов. Характеристика и свойства мембран митохондрий. Синтез макроэргических связей в процессе дыхания. Разобщение процессов дыхания и фосфорилирования. Гипотеза Митчелла.

Оксигенный, аноксигенный фотосинтез (трансформация энергии солнца в восстановительный потенциал). Основные элементы цепи переноса электронов в процессе фотосинтеза. Фотосинтетические генераторы электрохимического потенциала.

Механизмы регуляции экз- и эндэргонических процессов клетки. Регуляция клеточного метаболизма на уровне синтеза ферментов (индукция, репрессия) и их активности.

Раздел 3. Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов.

Моделирование физико-химических процессов в биологии (биологические, физические, математические модели). Особенности стехиометрических расчетов биохимических процессов. Составление материального баланса на основе стехиометрии микробного синтеза. Расчет тепловых эффектов и затрат свободной энергии в процессе микробного синтеза.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	<i>Знать:</i>			
1	основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия)	+	+	
2	отличительные особенности биологических объектов – открытых систем	+	+	+
3	современные методы биофизической химии, используемой для изучения живых систем	+	+	
4	типы работ совершаемых живыми организмами	+	+	
5	способы аккумуляирования и превращения энергии биологическими объектами		+	+
6	физико-химические основы биохимических процессов клетки	+	+	+
7	основы математического моделирования биологических процессов	+		+
	<i>Уметь:</i>			
8	работать с материалами специализированной периодической литературы	+	+	
9	рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование	+		+
10	рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов			+
	<i>Владеть</i>			
11	методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов	+		+
12	методами прямой и непрямой калориметрии	+		
	методами анализа строения мембран биологических систем		+	
13	методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов		+	
14	методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций			+
15	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные</u> компетенции и индикаторы их				

<i>достижения:</i>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	+	+	+
16	ПК-3. Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	+	+	+
		ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Первое и Второе начала термодинамики, применимость к открытым системам	4
2	1	Первая теорема Пригожина.	4
3	1	Расчет энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах.	4
4	2	Физико-химические характеристики транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт).	2
5	2	Трансмембранная разность электрохимических потенциалов.	2
6	2	Основные элементы цепи переноса электронов в процессе фотосинтеза.	2
7	2	Регуляция клеточного метаболизма на уровне синтеза ферментов (индукция, репрессия) и их активности.	4
8	3	Составление материального баланса на основе стехиометрии микробного синтеза.	5
9	3	Расчет тепловых эффектов и затрат свободной энергии в процессе микробного синтеза.	5

6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ в рамках дисциплины «*Биофизическая химия*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- выполнение домашних работ по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

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

рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов), домашних работ (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерное содержание домашних работ

Домашние работы по курсу выполняются при изучении 1 и 3 разделов дисциплины «Биофизическая химия» в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка домашней работы № 1 - 10 баллов, домашней работы № 2 – 5 баллов.

Пример домашней работы № 1. Раздел 1.

Задача 1. Рассчитайте растворимость водорода в воде, если известно, что $\Delta\check{G}^0(\text{H}_2)$ составляет 10,8 кДж/моль ($T = 25^\circ\text{C}$).

Задача 2. Рассчитайте ΔG^0 , $\Delta\check{G}^0$, $\Delta\check{G}'$ для реакции в водном растворе:



Параметр	R_1NH_3^+	R_2COOH	R_1NHCOR_2	H_2O
$\Delta G^0_{\text{обр.}}$, кДж/моль	316,0	-600,7	-703,1	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	9,7	14,4	4,9	-
pK_a	-	3,8	-	-
Физиологические концентрации, моль/л	0,009	0,16	0,044	-

Задача 3. а) Одна из стадий цикла лимонной кислоты может быть описана следующим уравнением: пируват + $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{КоА} \longrightarrow \text{ацетил} - \text{КоА} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Рассчитайте $\Delta\check{G}^0$ для этого процесса, учитывая поправку на диссоциацию пирувата, если известно, что для этой реакции $\Delta\check{G} = 2,30$ кДж/моль (концентрации компонентов 1 моль/л, $P(\text{газов}) = 1$ атм), $\text{pH} 7,0$, $t = 30^\circ\text{C}$, активность растворённых веществ $a = 1$, $P^0(\text{CO}_2) = 0,05$ атм, учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с $P(\text{O}_2) = 0,25$ атм, растворимость кислорода – 7,63 мг/л.

б) Рассчитайте, как изменится $\Delta\check{G}^0$ этого процесса при снижении pH до 6,0. Предположите, можно ли регулировать этот процесс варьированием pH , какие могут быть ограничения.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	2	3	5	10

Пример домашней работы № 2. Раздел 3.

Задача 1. Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, при анаэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – глюкозу. Данные по экономическому коэффициенту (Y), пути сбраживания глюкозы и составу получаемой биомассы приведены в таблице.

Микроорганизм	Y	Путь сбраживания глюкозы	Состав биомассы

Бактерии	0,05	гомоферментативный кисломолочный	$\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$

Задача 2. Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔG^0 и ΔH^0 при аэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH . Тип микроорганизма, источник углерода, состав получаемой биомассы, а также экономический коэффициент Y , достигаемый при культивировании данного штамма микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – глюкозу, приведены в таблице. Принять допущение, что энергия диссипации при культивировании микроорганизмов не зависит от источника углерода, а определяется только видом микроорганизма. Для решения задачи воспользуйтесь справочными данными термодинамических величин.

Микроорганизм	Источник углерода	Состав биомассы	Y
Бактерии	$\text{C}_1\text{H}_3\text{OH}$	$\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$	0,35

Оценка заданий:

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	2	3	5

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 45 баллов и составляет по 15 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

Вариант 1.

Задание 1. Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.

Задание 2. Формализм понятия «негэнтропия». Критика теорий Больцмана, Шредингера.

Задание 3. а) Рассчитайте, может ли при 300 К самопроизвольно ($\Delta G' < 0$) протекать реакция глюкоза + $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow$ глюкозо-6-фосфат + H_2O при физиологических концентрациях (глюкоза – 0,01 моль/л, HPO_4^{2-} – 0,003 моль/л, глюкозо-6-фосфат – 0,005 моль/л), если известно, что $\text{pH} = 7$, а K_a диссоциации H_3PO_4 составляют: для первой ступени $10^{-2,1}$, для второй – $10^{-7,2}$, для третьей – $10^{-12,4}$; $K_{a1}(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-1,21}$, $K_{a2}(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-6,24}$. ΔG^0 реакции глюкоза + $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ глюкозо-6-фосфат + H_2O равно 13,4 кДж/моль.

б) При каких условиях в расчетах необходимо учитывать диссоциацию аниона HPO_4^{2-} .

Оценка заданий:

№ задания	1	3	2	Σ
Оценка, балл	3	6	6	15

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

Вариант 1.

Задание 1. Функции биополимеров, входящих в состав клеточных мембран.

Задание 2. Регуляция клеточного метаболизма на примере индукции.

Задание 3. Понятие о трансмембранных потенциалах. Na-K-помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).

Оценка заданий:

№ задания	1	3	2	Σ
Оценка, балл	3	6	6	15

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

Вариант 1.

Задание 1. Основы математического моделирования в биологии (на примере стехиометрических расчётов).

Задание 2. Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, при анаэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – глюкозу. Данные по экономическому коэффициенту (Y), пути сбраживания глюкозы и составу получаемой биомассы приведены в таблице.

Микроорганизм	Y	Путь сбраживания глюкозы	Состав биомассы
Бактерии	0,07	гомоферментативный кисломолочный	$\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$

Задание 3. Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔG^0 и ΔH^0 при аэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH . Тип микроорганизма, источник углерода, состав получаемой биомассы, а также экономический коэффициент Y , достигаемый при культивировании данного штамма микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – глюкозу, приведены в таблице. Принять допущение, что энергия диссипации при культивировании микроорганизмов не зависит от источника углерода, а определяется только видом микроорганизма. Для решения задачи воспользуйтесь справочными данными термодинамических величин.

Микроорганизм	Источник углерода	Состав биомассы	Y
Дрожжи	$\text{n-C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$	$\text{C}_{0,460}\text{H}_{0,068}\text{N}_{0,088}\text{O}_{0,331}$	0,55

Оценка заданий:

№ задания	1	3	2	Σ
Оценка, балл	5	5	5	15

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 теоретических вопроса (максимальная оценка за каждый вопрос – 10 баллов) и 1 расчетную задачу (максимальная оценка – 20 баллов).

Примерный перечень вопросов № 1 билета.

1. Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.
2. Равновесные и неравновесные процессы в биологических системах.
3. Состояние равновесия, стационарное состояние в биологических системах.
4. Первое начало термодинамики, применимость к открытым системам.

5. Опыты по прямой и непрямой калориметрии.
6. Второе начало термодинамики, применимость к открытым системам.
7. Понятие о некомпенсированной теплоте.
8. Основной постулат термодинамики открытых систем.
9. Первая теорема Пригожина.
10. Зависимость энтропии от времени.
11. Формализм понятия «негэнтропия». Критика теорий Больцмана, Шредингера.
12. Термодинамическое обоснование возможности сосуществования тендежных процессов.
13. Неравенство де Донде.
14. Теория Анзагера (линейная термодинамика неравновесных процессов).
15. Вторая теорема Пригожина (вывод предпосылок).
16. Состояние равновесия, стационарное состояние.
17. Термодинамическое описание стационарного состояния биотехнологических систем.
18. Расчёт энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах. Вывод формулы расчёта поправок на частичную диссоциацию кислот.
19. Расчёт энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах. Вывод формулы расчёта энергии Гиббса для случая, когда в реакцию вступает анион.
20. Термодинамика открытых систем вдали от состояния термодинамического равновесия.

Примерный перечень вопросов № 2 билета.

1. Типы транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Их краткая характеристика и классификация с позиции переноса ионов через мембрану.
2. Строение и функции клеточных мембран.
3. Функции биополимеров, входящих в состав клеточных мембран.
4. Различия в составе биополимеров клеточных мембран микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды.
5. Понятие о трансмембранных потенциалах. Na-K-помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).
6. Понятие о трансмембранных потенциалах. Протонная помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).
7. Гипотеза Митчелла, понятие о разобщителях.
8. Понятие о трансмембранных потенциалах. Са-помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).
9. Механизм создания трансмембранного потенциала. Классификация типов транспорта с позиции переноса катионов через мембрану (краткая характеристика).
10. Типы фотосинтеза, их общая характеристика.
11. Оксигенный фотосинтез (принципиальная схема работы с пояснениями).
12. Аноксигенный фотосинтез на примере бактерий, окисляющих H_2S (принципиальная схема работы с пояснениями).
13. Функции бактериородопсина в клетках галобактерий.
14. Механизмы регуляции внутриклеточного метаболизма.

15. Понятие об опероне.
16. Регуляция клеточного метаболизма на примере репрессии. Регуляция клеточного метаболизма на примере индукции.
17. Основы математического моделирования в биологии (на примере стехиометрических расчётов).
18. Математические модели роста численности популяции (модель Мальтуса).
19. Математические модели роста численности популяции (модель Ферхюльста).
20. Математические модели роста численности популяции (модель Вольтера).

Примерный перечень вопросов № 3 билета.

1. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔG^0 и ΔH^0 при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – пентанол, если известно, что $Y=0,50$, а $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пентанол})_{p-p} = -396,23$ кДж/моль; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$ кДж/моль; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$ кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С – $\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$.
2. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔG^0 и ΔH^0 при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – пропанол, если известно, что $Y=0,45$, а $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пропанол})_{p-p} = -396,23$ кДж/моль; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$ кДж/моль; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$ кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С – $\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$.
3. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔH^0 при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – уксусную кислоту, если известно, что брутто-реакция культивирования данного микроорганизма на сахарозе в аэробных условиях может быть описана следующим уравнением:

$$0,01089 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 0,00682 \text{NH}_4\text{OH} + 0,02500 \text{O}_2 \rightarrow \text{C}_{0,460}\text{H}_{0,068}\text{N}_{0,088}\text{O}_{0,331} + 0,02700 \text{CO}_2 + 0,04700 \text{H}_2\text{O}.$$
 $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CH}_3\text{COOH})_{p-p} = -174,15$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{p-p} = -916,67$ кДж/моль.
4. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔH^0 при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – этанол, если известно, что брутто-реакция культивирования данного микроорганизма на глюкозе в анаэробных условиях может быть описана следующим уравнением:

$$0,04762 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 0,00630 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{C}_{0,460}\text{H}_{0,068}\text{N}_{0,088}\text{O}_{0,331} + 0,08180 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 0,08376 \text{CO}_2 + 0,02196 \text{H}_2\text{O}.$$
 $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{p-p} = -174,15$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{p-p} = -916,67$ кДж/моль.
5. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔG^0 и ΔH^0 при аэробном культивировании биомассы бактерий на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – бутанол, если известно, что $Y=0,40$, а $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{бутанол})_{p-p} = -174,15$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$ кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С – $\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$.
6. Одна из стадий цикла лимонной кислоты может быть описана следующим уравнением:
пируват + $\frac{1}{2} \text{O}_2$ + КоА → ацетил-КоА + CO_2 + H_2O .

Рассчитайте $\Delta\tilde{G}^0$ для этого процесса, учитывая поправку на диссоциацию пирувата, если известно, что $\Delta\tilde{G}_{p-ии}(\text{пируват} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{КоА} \rightarrow \text{ацетил-КоА} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})_{\text{концентрации компонентов}=1 \text{ моль/л}, \text{Р(газов)}=1 \text{ атм}} = 2,30 \text{ кДж/моль}$ (H_2O как компонент не учитывать), $\text{pH} = 7$, температура 30°C , $\text{Ka}_1(\text{пировиноградная кислота}) = 10^{-6,10}$, а (растворенных веществ)=1, $\text{P}^0(\text{CO}_2)=0,05 \text{ атм}$ учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с $\text{P}(\text{O}_2)=0,25 \text{ атм}$, растворимость кислорода – $8,0 \text{ мг/л}$.

7. а) Определите константу диссоциации фосфоенолпирувата (фосфоенолпируват $\rightarrow$ пируват+ H_2PO_4^-) при биохимических условиях, если известно, что $\Delta\tilde{G}^0(\text{фосфоенолпируват} \rightarrow \text{пируват} + \text{H}_3\text{PO}_4) = -55,6 \text{ кДж/моль}$, $\text{pH}=7$, $t=30^\circ\text{C}$, а K_a диссоциации H_3PO_4 составляют: для первой ступени $10^{-2,1}$, для второй – $10^{-7,2}$, для третьей – $10^{-12,4}$.

б) какое влияние на равновесие данной системы окажет понижение pH, какие существуют ограничения по использованию кислотности среды для регулирования процесса.

8. а) Определите максимальное количество глюкозы, которое может быть получено из CO_2 и воды за счет энергии гидролиза 1 моль АТФ при физиологических условиях ($\text{P}_{\text{CO}_2}=0,05 \text{ атм}$; растворимость $\text{CO}_2=5,3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$; $\text{C}_{\text{глюкоза}}=0,01 \text{ моль/л}$; $\text{pH}=7$; $t=30^\circ\text{C}$; $\Delta\tilde{G}'_{\text{гидролиз АТФ}}=-33,5 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23 \text{ кДж/моль}$; $\Delta\tilde{G}_{\text{образ.}}(\text{глюкоза}_{\text{р-р}} 1 \text{ моль/л}) = -917,22 \text{ кДж/моль}$).

б) Рассчитайте поправку к процессу гидролиза АТФ ($\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4$), если известно, что K_a диссоциации H_3PO_4 составляют: для первой ступени $10^{-2,1}$, для второй – $10^{-7,2}$, для третьей – $10^{-12,4}$.

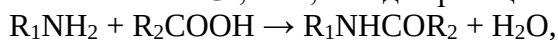
9. а) Определите диапазон концентраций гемоглобина в крови, при которых транспорт кислорода ($\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hb} \cdot \text{O}_2$) будет осуществляться самопроизвольно. K_a данного процесса составляет $85,5$; температура $36,6^\circ\text{C}$. Аэрирование осуществляется кислородом воздуха, при его объемной доле 21% , растворимость кислорода в крови принять равной 8 мг/л .

б) Предположите, какое влияние на данный процесс окажет повышение температуры.

10. а) Рассчитайте, может ли при 300 K самопроизвольно ($\Delta\tilde{G}' < 0$) протекать реакция **глюкоза+ $\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow$ глюкозо-6-фосфат+ H_2O** при физиологических концентрациях (глюкоза- $0,01 \text{ моль/л}$, HPO_4^{2-} - $0,003 \text{ моль/л}$, глюкозо-6-фосфат- $0,005 \text{ моль/л}$), если известно, что $\text{pH}=7$, а K_a диссоциации H_3PO_4 составляют: для первой ступени $10^{-2,1}$, для второй – $10^{-7,2}$, для третьей – $10^{-12,4}$; $\text{Ka}_1(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-1,21}$, $\text{Ka}_2(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-6,24}$. $\Delta\tilde{G}^0$ реакции: **глюкоза + $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ глюкозо-6-фосфат+ H_2O равно $13,4 \text{ кДж/моль}$.**

б) При каких условиях в расчетах необходимо было бы учитывать диссоциацию аниона HPO_4^{2-} .

11. Рассчитайте ΔG^0 , $\Delta\tilde{G}^0$, $\Delta\tilde{G}'$ для реакции в водном растворе:



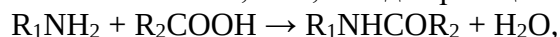
если известно, что:

параметр	R_1NH_2	R_2COOH	R_1NHCOR_2	H_2O
$\Delta G^0_{\text{образ.}}$	316,0	-600,7	-703,1	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	9,7	14,4	4,9	-
pKa	-	3,8	-	-
Физиол.кон-и, моль/л	0,009	0,16	0,044	-

12. Дрожжи рода *Saccharomyces* в аэробных условиях (в присутствии O_2) способны окислять глюкозу до CO_2 , в то время как в анаэробных условиях осуществляется спиртовое брожение. Рассчитайте (на 1 моль глюкозы) $\Delta\tilde{G}^0$, $\Delta\tilde{G}^0$ (условия: 30°C , а (растворенных веществ)=1, $\text{P}^0(\text{CO}_2)=0,05 \text{ атм}$) для обоих процессов учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с $\text{P}(\text{O}_2)=0,3 \text{ атм}$, растворимость кислорода – $8,0 \text{ мг/л}$, а $\Delta G^0_{\text{образ.}}(\text{CO}_2 \text{ газ}) = -386,23 \text{ кДж/моль}$,

$\Delta G^0_{\text{образ.}}(\text{H}_2\text{O жид.}) = -237,19 \text{ кДж/моль}$, $\Delta \check{G}_{\text{образ.}}(\text{глюкоза р-р } 1 \text{ моль/л}) = -917,22 \text{ кДж/моль}$,
 $\Delta \check{G}_{\text{образ.}}(\text{этанол р-р } 1 \text{ моль/л}) = -181,54 \text{ кДж/моль}$.

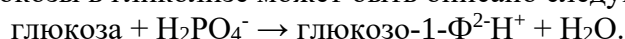
13. Рассчитайте ΔG^0 , $\Delta \check{G}^0$, $\Delta \check{G}'$ для реакции в водном растворе:



если известно, что:

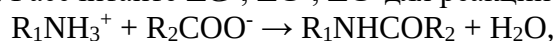
параметр	R_1NH_2	R_2COOH	R_1NHCOR_2	H_2O
$\Delta G^0_{\text{образ.}}$	-354,5	-437,2	-581,4	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	11,3	10,6	3,8	-
pKa	-	3,0	-	-
Физиол.кон-и, моль/л	$3 \cdot 10^{-2}$	0,2	0,035	-

14. Фосфорилирование глюкозы в гликолизе может быть описано следующим уравнением:



Рассчитайте $\Delta \check{G}^0$ для этого процесса, учитывая поправку на реакцию аниона, если известно, что $\Delta \check{G}_{\text{р-ии}}(\text{глюкоза} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}^+_2 + \text{H}_2\text{O})_{\text{концентрации компонентов}=1 \text{ моль/л}} = 2,30 \text{ кДж/моль}$ (H_2O как компонент не учитывать), pH = 7, температура 30 °C, а (растворенных веществ)=1, $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-2,12}$, $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-7,20}$, $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-12,4}$, $K_{a1}(\text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}^+_2) = 10^{-1,10}$, $K_{a2}(\text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}^+_2) = 10^{-6,51}$.

15. Рассчитайте ΔG^0 , $\Delta \check{G}^0$, $\Delta \check{G}'$ для реакции в водном растворе:



если известно, что:

параметр	R_1NH_3^+	R_2COOH	R_1NHCOR_2	H_2O
$\Delta G^0_{\text{образ.}}$	-354,5	-437,2	-581,4	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	11,3	10,6	3,8	-
pKa	-	3,0	-	-
Физиол.кон-и, моль/л	$3 \cdot 10^{-2}$	0,2	0,035	-

Максимальная оценка за зачет с оценкой (6 семестр) – 40 баллов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «**Биофизическая химия**» проводится в 6-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет
	имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология Дисциплина «Биофизическая химия»

Билет № 1

1. Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.
2. Типы транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Их краткая характеристика и классификация с позиции переноса ионов через мембрану.
3. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите ΔG^0 и ΔH^0 при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота NH_4OH , углерода – пентанол, если известно, что $Y=0,50$, а $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пентанол})_{\text{p-p}} = -396,23$ кДж/моль; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$ кДж/моль; $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$ кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С – $\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	10	10	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Н.А.Суясов и др. Биофизическая химия. Сборник примеров и задач. – М.:Издательский центр РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010. – 114 с.

б) Дополнительная литература

1. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2020. — 749 с. — ISBN 978-5-00101-864-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135557> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490489> (дата обращения: 30.04.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.

- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций;
2. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
4. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы с электронными фотографии отдельных органелл клетки.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

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

1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов	Знает: основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия); отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; типы работ совершаемых живыми организмами; физико-химические основы биохимических процессов клетки; основы математического моделирования биологических процессов. Умеет: работать с материалами специализированной периодической литературы; рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование. Владеет: методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов; методами прямой и непрямой калориметрии; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) Оценка за домашнюю работу Оценка за зачет с оценкой (6 семестр)
Раздел 2. Основы	Знает: основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического	Оценка за контрольную

биоэнергетики	равновесия); отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; типы работ совершаемых живыми организмами; способы аккумуляирования и превращения энергии биологическими объектами; физико-химические основы биохимических процессов клетки. Умеет: работать с материалами специализированной периодической литературы. Владеет: методами анализа строения мембран биологических систем; методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	работу №2 (6 семестр) Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).
Раздел 3. Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов	Знает: отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; способы аккумуляирования и превращения энергии биологическими объектами; физико-химические основы биохимических процессов клетки; основы математического моделирования биологических процессов. Умеет: рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование; рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов. Владеет: методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов; методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр) Оценка за домашнюю работу Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический

университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Биофизическая химия»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Введение в биотехнологию»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Введение в биотехнологию» относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биологии и органической химии.

Цель дисциплины – первоначальное ознакомление студентов с областью знаний биотехнология.

В задачи дисциплины входит показать основные достижения и перспективы развития биотехнологии в различных отраслях деятельности, дать обобщенную схему биотехнологического процесса и обозначить особенности биотехнологического подхода в традиционных и новых производственных процессах.

Дисциплина «Введение в биотехнологию» преподается в 4-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по

	нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и	регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации,

	проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая

	биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической

				документации при промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства

				энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- методы культивирования;
- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

уметь:

- понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой;
- подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования;

владеть:

- знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин;
- навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса;
- навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,34	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,34	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0	0	0
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,66	24	18
Контактная самостоятельная работа	0,66	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		23,8	17,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практи ческие занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
1	Методы биотехнологии	24	0	16	0	0	0	0	0	8
2	Принципиальная схема биотехнологического производства	24	0	16	0	0	0	0	0	8
3	Основные направления современной биотехнологии	24	0	16	0	0	0	0	0	8
	ИТОГО	72	0	48	0	0	0	0		24

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методы биотехнологии.

Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Предмет биотехнологии. Характеристика различных видов биотехнологической продукции (мировой объем производства в натуральном и денежном выражении) и ее основные потребители.

Характеристика одноклеточных организмов и клеток животных и растений как объектов биотехнологии. Промышленные штаммы и требования к ним. Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования. Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология.

Сырьевая база биотехнологии.

Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека, получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии.

Раздел 2. Принципиальная схема биотехнологического производства.

Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.

Подготовительные стадии. Организация биотехнологической стадии. Классификация процессов ферментации.

Связь между ростом и продуктивностью. Продукты первой и второй фазы роста. Преимущества и недостатки периодического и непрерывного культивирования. Основные параметры роста продуцентов. Хемостатное культивирование. Иммобилизация. Особенности культивирования клеток животных. Суспензионные и каллусные культуры растительных клеток.

Типовые технологические приемы и аппаратное оформление стадий культивирования (биосинтеза), поддержания асептических условий, температуры, pH среды и др. параметров процесса на требуемом уровне, тепло- и массообмена; стадий выделения и очистки продуктов биосинтеза. Внутриклеточные и внеклеточные продукты. Отделение клеток от культуральной жидкости. Способы разрушения клеток.

Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам, надежности процесса, охраны окружающей среды, контроля и безопасных условий эксплуатации. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве.

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии

Экологическая биотехнология. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов. Аэробные процессы очистки воздуха и воды. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.

Сельскохозяйственная биотехнология. Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения. Производство премиксов. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых; антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы; бактериальных удобрений; стимуляторов роста растений гормональной природы.

Пищевая биотехнология. Концепция рационального и сбалансированного питания. Продукция микробиологического синтеза для пищевой промышленности: продукты белковой,

липидной и углеводной природы, препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов; пищевкусовые добавки; концентраты и изоляты белковых веществ; производство подсластителей-заменителей сахара; производство консервантов (низина).

Медицинская биотехнология. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов.

Бионанотехнология. Предмет и инструментарий бионанотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления. Место бионанотехнологии среди наук естественного профиля. Устройства микро- и нанобиомеханики, в том числе молекулярные моторы, нанороботы, биочипы, наносенсоры.

Биотехнология в легкой промышленности. Использование ферментов при подготовке текстильных материалов. Полиферментные композиции в процессах очистки хлопчатобумажных и льняных тканей. Использование целлюлаз в подготовке целлюлозных текстильных материалов. Ферменты для синтетических моющих средств. Технологии, использующие ферменты, в процессах отделки кожи и меха.

Биогеотехнология и биоэнергетика. Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии: бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов. Методы борьбы с метаном в шахтах. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	Знать:			
1	основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними	+		
2	принципиальную схему биотехнологического производства		+	
3	методы культивирования		+	
4	основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства		+	
	важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии			+
	роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности			+
	Уметь:			
5	понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой	+	+	
6	подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования			+
	Владеть			
8	знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин	+		
9	навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса		+	
10	навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>				

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
11	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
подготовку к сдаче зачета по курсу.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. 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 и составляет по 30 баллов за 1-2 работу и 40 за третью.

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

Вопрос 1.1.

Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.

Вопрос 1.2.

Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов.

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

Вариант 2.1.

Подготовительные стадии биотехнологического производства.

Вариант 2.2. Типовые технологические приемы и аппаратное оформление способов поддержания температуры, pH среды.

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

Вопрос 3.1.

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

Вопрос 3.2 Концентраты и изоляты белковых веществ.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.

2. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.

Б. Дополнительная литература

1. Галынкин, В. А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов : Справочник / В. А. Галынкин и др. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. - ISBN 978-5-903090-01-X. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978590309001X.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)

- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций;
2. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
3. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Введение в биотехнологию*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Основные механизмы передачи, изменения, восстановления и реализации генетической информации должны быть представлены на настенных плакатах или с использованием демонстрационных средств в формате Microsoft PowerPoint.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методы биотехнологии	Знает: основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними. Умеет: понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой. Владеет: знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин	Оценка за контрольную работу №1 (4-ий семестр)
Раздел 2. Принципиальная схема биотехнологического производства	Знает: принципиальную схему биотехнологического производства; методы культивирования; основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства Умеет: понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой; Владеет: навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса; навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой	Оценка за контрольную работу № 2 (4-ий семестр)
Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии	Знает: важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии; роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности. Умеет: подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования Владеет: навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой	Оценка за контрольную работу №3 (4-ий семестр)

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата,

программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Введение в биотехнологию»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Введение в научные исследования»

Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки – «Биотехнология»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 6-го семестра.

Дисциплина **«Введение в научные исследования»** относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, общей микробиологии, общей биотехнологии.

Цель дисциплины – ознакомить обучающихся с инструментами, организацией и методологией научных исследований в области биотехнологии.

Задачи дисциплины – сформировать навыки сбора, обработки и систематизации информационные источники по теме научного исследования, проведения анализа и обобщения материалов с их последующим использованием в проведении научных исследований; применения цифровых платформ для построения презентаций и освещения научного материала в виде докладов, выступления на научных конференциях, написания научных статей, курсовых работ, а также выпускной квалификационной работы.

Дисциплина **«Введение в научные исследования»** преподается в 5-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач; УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус No 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций

	производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы,			Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.

	ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для использования для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и			А/03.6 – Производство биотехнических систем. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. No 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и

	защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. No 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. No 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные подходы, методы и этапы научно-исследовательской работы;
- основные виды, формы научно-исследовательской работы;
- методологию и методику научного исследования;
- виды информационного поиска для научного исследования.

Уметь:

- определять цель, задачи, объект, предмет исследования в области биотехнологии;
- пользоваться основными источниками информации для составления литературного обзора;
- интерпретировать результаты исследования.

Владеть:

- понятийным аппаратом в области научного исследования;
- навыками оформления результатов научного исследования, написания научных статей и тезисов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,0	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0	0	0
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	1,11	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
Вид контроля:			
Зачет	0	0	0
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. ра- боты	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение.	2	0	0	0	1	0	0	0	1
1.	Раздел 1. Наука и ее роль в разви- тии общества	18	0	0	0	8	0	0	0	10
1.1	Наука как система	9	0	0	0	4	0.	0	0.	5
1.2	Цель и задачи науки	9	0	0	0	4	0	0	0	5
2.	Раздел 2. Научное исследование и его этапы	27	0	0	0	12	0	0	0	15
2.1	Этапы научно-исследовательской ра- боты	9	0	0	0	4	0	0	0	5
2.2	Методологические основы научного знания	9	0	0	0	4	0	0	0	5
2.3	Планирование научно-исследователь- ской работы	9	0	0	0	4	0	0	0	5
3.	Раздел 3. Информационно-библио- графический поиск. Библиотечные системы и базы данных.	25	0	0	0	11	0	0	0	14
3.1	Информационная культура: понятие и компоненты	6	0	0	0	2	0	0	0	4
3.2	Информационные ресурсы России	8	0	0	0	3	0	0	0	5
3.3	Обработка результатов информаци- онно-библиографического поиска.	11	0	0	0	6	0	0	0	5.
	ИТОГО	72	0	0	0	32	0	0	0	40

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Знакомство с предметом и основными понятиями учебной дисциплины «Основы научных исследований». Обзор основных видов научных исследований в России и за рубежом. Значение и роль науки в современном мире. Научное исследование, его сущность и особенности. Особенности научных исследований в области биотехнологии.

Раздел 1. Наука и ее роль в развитии общества

1.1. Наука как система. Основные подходы к определению понятий «наука», «научное знание», «научное познание» Отличительные признаки науки. Процесс развития науки.

1.2. Цель и задачи науки. Субъект и объект науки. Классификация наук. Уровни научного познания. Характерные особенности современной науки.

Раздел 2. Научное исследование и его этапы

2.1. Этапы научно-исследовательской работы. Определение научного исследования. Цели и задачи научных исследований, их классификация по различным критериям. Основные требования, предъявляемые к научному исследованию. Формы и методы научного исследования. Теоретический уровень исследования и его основные элементы. Эмпирический уровень исследования и его особенности. Правильная организация научно-исследовательской работы.

2.2. Методологические основы научного знания. Понятие методологии научного познания. Уровни методологии. Метод, способ и методика. Общенаучная и философская методология: сущность, общие принципы. Классификация общенаучных методов познания. Общелогические, теоретические и эмпирические методы исследования.

2.3 Планирование научно-исследовательской работы. Формулирование темы научного исследования. Критерии, предъявляемые к теме научного исследования. Постановка проблемы исследования, ее этапы. Определение цели и задач исследования. Планирование научного исследования. Рабочая программа исследований и ее структура. Субъект и объект научного исследования. Интерпретация основных понятий. План и его виды. Анализ экспериментальных исследований. Формулирование выводов.

Раздел 3. Информационно-библиографический поиск. Библиотечные системы и базы данных.

3.1. Информационная культура: понятие и компоненты. Роль информационной культуры в современном обществе. Информационно-библиографический поиск. Реферативные и библиографические базы данных. Цитатные базы данных: Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), международные системы цитирования Web of Science и Scopus. Оценка результативности научной деятельности с использованием наукометрических показателей.

3.2. Информационные ресурсы России. Государственная система научно-технической информации и библиотечная система России: федеральные органы научно-технической информации, центральные отраслевые органы информации, территориальные органы научно-технической информации. Библиотечная система России: федеральные библиотеки России, библиотеки Российской академии наук, библиотеки образовательных учреждений, Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д. И. Менделеева. Сотрудничество библиотек в использовании информационных ресурсов.

3.3. Обработка результатов информационно-библиографического поиска. Составление списка литературы. Цитирование и оформление библиографических ссылок. Аннотация. Реферат. Обзор литературы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	- основные подходы, методы и этапы научно-исследовательской работы;		+		
2	- основные виды, формы научно-исследовательской работы;		+		
3	- методологию и методику научного исследования;			+	
4	- виды информационного поиска для научного исследования.				+
	Уметь:				
5	- определять цель, задачи, объект, предмет исследования в области биотехнологии;		+		+
6	- пользоваться основными источниками информации для составления литературного обзора;			+	
7	- интерпретировать результаты исследования.			+	+
	Владеть:				
5	- понятийным аппаратом в области научного исследования;		+	+	+
6	- навыками оформления результатов научного исследования, написания научных статей и тезисов.				+
7	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;	+	+	
		УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач;		+	+
		УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач.	+		+

8	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полу-продуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1		2
2	1	Научное исследование, его сущность и особенности. Особенности научных исследований в области биотехнологии	2
3	1	Обзор основных видов научных исследований в России и за рубежом.	2
4	1	Наука как система.	2
5	1	Цель и задачи науки	2
6	2	Основные требования, предъявляемые к научному исследованию. Формы и методы научного исследования.	2
7	2	Определение научного исследования. Цели и задачи научных исследований, их классификация по различным критериям.	2
8	2	Теоретический уровень исследования эмпирический уровни познания и их основные элементы.	2
9	2	Понятие методологии научного познания. Уровни методологии. Общенаучная и философская методология: сущность, общие принципы.	2
10	2	Планирование научного исследования. Рабочая программа исследований и ее структура. Субъект и объект научного исследования.	2
11	2	Анализ экспериментальных исследований. Формулирование выводов.	2
12	3	Информационная культура: понятие и компоненты.	2
13	3	Оценка результативности научной деятельности с использованием наукометрических показателей.	2
14	3	Цитатные базы данных: Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), международные системы цитирования Web of Science и Scopus	2
15	3	Составление списка литературы. Цитирование и оформление библиографических ссылок.	2
16	3	Аннотация. Реферат. Обзор литературы.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Введение в научные исследования*» не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в научных семинарах и конференциях, проводимых на кафедре биотехнологии РХТУ им. И. Менделеева;
- посещение профильных НИИ и научных лабораторий кафедры;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. 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 и составляет 30 баллов за 1-ую и 2-ю и 40 баллов за 3-ю.

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

Вопрос 1.1.

1. Развитие науки в различных странах мира.
2. Проблемы цикличного развития науки.
3. Методические основы определения уровня развития науки в различных странах мира.
4. Основные направления научных исследований в различных странах мира.
5. Уровень развития научных исследований в различных странах мира: страны с высоким, средним, низким уровнем развития науки.
6. Научное исследование, его сущность и особенности.
7. Характеристика и содержание этапов исследования.

Вопрос 1.2.

1. Проблема научного исследования, тема, объект и предмет исследования. Методологический замысел исследования и его основные этапы.
2. Процедуры формулировки научной гипотезы, основные требования, предъявляемые к научной гипотезе Составление программы научного исследования и выбор методики исследования.

3. Логическая схема научного исследования: необходимость, сущность и назначение.
4. Формулировка цели предпринимаемого исследования и конкретных задач.
5. Процедуры описания объекта, предмета и выбора методики исследования.
6. Процедуры описания процесса исследования.
7. Определение объекта и предмета исследования. Выбор и обоснование метода исследования.

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

Вопрос 2.1.

1. Понятие, сущность и специфика научного исследования.
2. Постановка проблемы и темы научного исследования, обоснование актуальности и новизны исследования.
3. Постановка цели и задачи научного исследования.
4. Объект и предмет научного исследования.
5. Основные особенности проведения научного исследования в биотехнологии.
6. Общие методы и приемы научного познания.
7. Сущность и методы эмпирического исследования.
8. Сущность и методы теоретического исследования.

Вопрос 2.2.

1. Наблюдение, как научный метод проведения исследования.
2. Эксперимент. Сущность проведения научных экспериментов.
3. Однофакторный и многофакторный эксперимент. Проблема применения однофакторного эксперимента для изучения сложных систем.
4. Научный метод: сравнение. Возможности выбора объектов для сравнения.
5. Индуктивно-эмпирический метод.
6. Аксиоматический и гипотетико-дедуктивный подходы.
7. Метод экспертных оценок.
8. Метод анализа документов. Различные вариации и возможности использования метода.

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

Вопрос 3.1.

1. Оформление результатов научной работы.
2. Оформление полученных результатов в виде отчета, доклада, статьи.
3. Требования, предъявляемые к научной рукописи.
4. Общий план изложения научной работы.
5. Оформление заявки на предполагаемое изобретение.
6. Объекты изобретения.
7. Требования к формуле изобретения, правила построения и виды формул изобретения.

Вопрос 3.2.

1. Виды источников научной информации.
2. Современные способы поиска научной информации.
3. Обработка полученной научной информации.
4. Структура научного произведения: основные разделы.
5. Рубрикация текста научной работы.
6. Приемы изложения научного материала.
7. Основные особенности языка и стиля научной работы.

8. Требования, предъявляемые к речи научных произведений.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-й семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н.Б. Градова, Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.
2. М. Г. Гордиенко, Д. В. Баурин, Б. А. Кареткин и др. Измерения. Статистическая обработка результатов пассивного и активного экспериментов в биотехнологии. /— Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева Издательский центр Москва, 2014. — С. 107.

Б. Дополнительная литература

1. Баурина М. М., Красноштанова А. А., Шакир И. В. Технология получения биологически активных веществ. — РХТУ Москва, 2009. — С. 120.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099

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

- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov
- Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- PDB (<http://www.rcsb.org>)
- Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)

- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- www.fbb.msu.ru

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Введение в научные исследования*» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из высокотемпературных неметаллических материалов; каталоги

продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов изделий; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по биотехнологической продукции.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (исключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наука и ее роль в развитии общества	<i>Знает:</i> - основные подходы, методы и этапы научно-исследовательской работы; - основные виды, формы научно-исследовательской работы; <i>Умеет:</i> - определять цель, задачи, объект, предмет исследования в области биотехнологии; <i>Владеет:</i> - понятийным аппаратом в области научного исследования;	Оценка за контрольную работу №1 (6-й семестр)
Раздел 2. Научное исследование и его этапы	<i>Знает:</i> - методологию и методику научного исследования; <i>Умеет:</i> - пользоваться основными источниками информации для составления литературного обзора; - интерпретировать результаты исследования. <i>Владеет:</i> - понятийным аппаратом в области научного исследования;	Оценка за контрольную работу №2 (6-й семестр)
Раздел 3. Информационно-библиографический поиск. Библиотечные системы и базы данных.	<i>Знает:</i> - виды информационного поиска для научного исследования. <i>Умеет:</i> - определять цель, задачи, объект, предмет исследования в области биотехнологии; - интерпретировать результаты исследования. <i>Владеет:</i> - понятийным аппаратом в области научного исследования; - навыками оформления результатов научного исследования, написания научных статей и тезисов.	Оценка за контрольную работу №3 (6-й 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).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Введение в научные исследования»**

**основной образовательной программы
19.03.01 Биотехнология**

«Биотехнология»

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Медицинская биотехнология»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Б.А. Кареткиным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Медицинская биотехнология»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии, общей биотехнологии, молекулярной биологии.

Цель дисциплины дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития медицинской биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека для использования в здравоохранении и на биофармацевтических производствах. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии, основам биотехнологии.

К **задачам** дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений при выборе сферы профессиональной деятельности, связанной с медицинской биотехнологией.

Дисциплина **«Медицинская биотехнология»** преподается в 6-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по

	нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и	регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации,

	проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая

	биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической

				документации при промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства

				энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- определение и основные задачи медицинской биотехнологии;
- отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.
- особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах;
- требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения;

Уметь:

- использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов;
- использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний;
- использовать биосенсоры и биотесты.

Владеть:

- теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии;
- современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии;
- основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение	4	0	2	0	2	0	0	0	0
1	Раздел 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
1.1	1.1. Основные задачи медицинской биотехнологии.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
1.2	1.2. Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
1.3	1.3. Применение методов генетической и клеточной инженерии в медицинской биотехнологии.	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
1.4	1.4. Иммуобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
2	Раздел 2. Понятие об иммунологии.	26	0	12	0	12	0	0	0	2
2.1	2.1. Система иммунного гомеостаза.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
2.2	2.2. Введение в современную иммунобиотехнологию.	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
2.3	2.3. Современные препараты для иммунизации.	13	0	6	0	6	0	0	0	1

3	Раздел 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.	10	0	4	0	4	0	0	0	2
4	Раздел 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.	10	0	4	0	4	0	0	0	2
	ИТОГО	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы биотехнологии в медицине.

Модуль 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.

1.1. Основные задачи медицинской биотехнологии. Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации; профилактика заболеваний; получение собственно лекарственных средств (технологии получения инсулина, витамина С, витамина В₂, резерпина, биоженшеня). Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.

1.2. Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах. Биотехнологические процессы, с начала и до конца обеспечиваемые биообъектом (на примере технологий получения витамина В₁₂, рибофлавина). Требования к продукции и технологические схемы получения антибиотиков. Использование биотехнологического процесса на одном из этапов получения лекарственного средства (биотрансформация - на примере технологии получения витамина С).

1.3. Применение методов генетической и клеточной инженерии в медицинской биотехнологии. Подходы к совершенствованию биообъектов. Методы генной и клеточной инженерии. Требования к продукции и технологические схемы получения рекомбинантных белков (эритропоэтины, филграстимы, инсулин, интерфероны). Генотерапевтические лекарственные препараты.

1.4. Имобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях. Способы иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях (адсорбция, ковалентное связывание, метод поперечных сшивок, инкапсулирование, иммобилизация путем включения в полимерную структуру). Липосомы, наносферы, микросферы, таласферы. Аффинная хроматография. Использование иммобилизованных биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний.

Модуль 2. Понятие об иммунологии.

2.1. Система иммунного гомеостаза. Понятие об антигенах и антителах. Структура антител. Классификация антител. Естественный и искусственный иммунитет. Понятие о реакциях γ -глобулина. Технология получения противокорревого препарата серологической специфичности (реакции агглютинации и преципитации).

2.2. Введение в современную иммунобиотехнологию. Клеточная инженерия. Гибридная технология получения моноклональных антител. Иммуносенсоры. ДНК- или РНК-пробы. Требования к продукции и технологические схемы получения рекомбинантных моноклональных антител.

2.3. Современные препараты для иммунизации. Современная классификация вакцин. Общие требования к вакцинам. Микробные живые вакцины (вакцина Кальмета и Герена (BCG), вакцина против туляремии, противочумная вакцина). Вирусные живые вакцины: вакцина против оспы (Дженера), вакцина против вируса полиомиелита, вакцина против желтой лихорадки (Тейлора). Технологии получения живых вакцин. Инактивированные вакцины: брюшнотифозная вакцина (вакцина Венсена и вакцина Кале), вакцины против коклюша, холеры, дизентерии. Инактивированные противовирусные вакцины. Технология получения инактивированных вакцин. Вакцины на основе белков (рекомбинантные) и полисахаридов (вакцина против гепатита В, вакцина против папилломавируса). Технология получения рекомбинантных вакцин. НК и векторные вакцины. Анатоксины. Технология получения анатоксинов. Сывороточные препараты.

Модуль 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Понятие о микробных сообществах человека, виды экологических отношений между микроорганизмами и

организмом человека. Роль микробного сообщества кишечника человека в функционировании организма. Требования к продукции и технологические схемы получения пробиотиков. Требования к штаммам, используемым для производства препаратов на основе живых культур микроорганизмов.

Модуль 4. Санитарная и профилактическая биотехнология. Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков. Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды. Использование биотестов (морские светящиеся бактерии, простейшие тетрахимены, дафнии) для оценки влияния отходов на сапрофитную микрофлору и чистоты водных стоков. Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел			
		1	2	3	4
	Знать:				
1	определение и основные задачи медицинской биотехнологии	+			
2	отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий		+		
3	особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах	+	+	+	+
4	требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения	+	+	+	+
	Уметь:				
5	использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов		+	+	+
6	использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний	+	+	+	+
7	использовать биосенсоры и биотесты.				+
	Владеть				
8	теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии	+	+		+
9	современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии	+	+	+	+
10	основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
11	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез,	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской,		+	+

	биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.				
		ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	+	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.	5
2	1	Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации (понятие о биотехнологическом приеме);	5
3	2	Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах.	6
4	2	Иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.	6
5	3	Роль микробного сообщества кишечника в функционировании организма человека.	2
6	3	Требования к продукции и технологические схемы получения пробиотиков.	1
7	3	Требования к штаммам, используемым для производства препаратов на основе живых культур микроорганизмов.	1
8	4	Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды.	2
9	4	Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к практическим занятиям по дисциплине;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам и зачету.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

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

Вариант № 1

1. Серологические методы агглютинации в медицинской биотехнологии и их использование в диагностике.
2. Технология получения живой вакцины на конкретном примере.

Вариант № 2

1. Серологический метод преципитации и использование его в диагностике.
2. Технология получения убитой вакцины на конкретном примере.

Вариант № 3

1. В чем, по Вашему мнению, состоит управление работой биообъектов в системах, предназначенных для изготовления лекарственных средств.
2. Технология получения гибридом на конкретном примере.

Вариант № 4

1. Метод иммунохроматографии и его использование в диагностике различных заболеваний.
2. Технология получения химической вакцины на конкретном примере.

Вариант № 5

1. На основе литературных данных предложите технологию получения гибридом.
2. Технология получения анатоксина на конкретном примере.

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

Вариант № 1

1. Рассмотрите не менее 2-х примеров использования генно-инженерных объектов в медицинских биотехнологиях.
2. Иммунизация адсорбцией в медицинских биотехнологиях.

Вариант № 2

1. Рассмотрите особенности конструирования медицинских препаратов, использующих иммобилизованные ферменты.
2. Отличия медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы использования медицинских биотехнологий в медицинской практике.

Вариант № 3

1. Предложите два примера конструирования медицинских препаратов, использующих иммобилизованные объекты.
2. Условия работы биообъектов в биотехнологических системах. Особенности функционирования биообъектов в медицинских биотехнологиях.

Вариант № 4

1. Какова роль вилочковой железы в системе иммунного гомеостаза человека? Укажите источник информации, которым Вы пользовались.
2. Условия работы биообъектов в биотехнологических системах. Особенности функционирования биообъектов в медицинских биотехнологиях.

Вариант № 5

1. На чем основан клеточный механизм неспецифической защиты организма через его иммунную систему? Конкретизируйте ответ на одном из примеров.
2. Реакция агглютинации. Реакция преципитации.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа проводится в форме доклада с презентацией.

1. Генетический контроль за функционированием биообъектов в медицинских биотехнологиях. Подходы к совершенствованию биообъектов.
2. Имобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях. Способы иммобилизации биообъектов.
3. Система иммунного гомеостаза. Структура антител.
4. Основы иммунохимического анализа. Иммунохроматография.
5. Пассивная иммунотерапия. Технология получения иммуноглобулинов по методу Кона.
6. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Механизмы контроля молочнокислыми бактериями микрофлоры кишечника человека.
7. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Технология создания препаратов нормофлоры и пробиотиков.
8. Использование иммунобиотехнологических тест-систем для контроля за санитарным состоянием окружающей среды.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-й семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии.
2. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы биотехнологии в медицине.
3. Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации (понятие о биотехнологическом приеме).
4. Профилактика заболеваний; получение собственно лекарственных средств (технологии получения инсулина, витамина С, витамина В₂, резерпина, биоженшеня).
5. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.
6. Биотехнологические процессы, с начала и до конца обеспечиваемые биообъектом (на примере технологий получения витамина В₁₂, рибофлавина, стрептокиназы, некоторых антибиотиков).
7. Биотехнологические процессы как стартовый этап для получения исходного сырья (на примере технологий получения дифтерийного анатоксина).
8. Использование биотехнологического процесса на одном из этапов получения лекарственного средства (биотрансформация - на примере технологии получения витамина С).
9. Подходы к совершенствованию биообъектов. Использование природных механизмов изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов.
10. Методы клеточной инженерии. Методы генной инженерии (в том числе получение видоспецифических для человека препаратов (интерфероны, интерлейкины, инсулин).

11. Способы иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях (адсорбция, ковалентное связывание, метод поперечных сшивок, инкапсулирование, иммобилизация путем включения в полимерную структуру).
12. Липосомы, наносферы, микросферы, таласферы. Аффинная хроматография.
13. Использование иммобилизованных биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний (технологии получения глюкозо-фруктозных сиропов, аминокислот из наперстянки шерстистой; глюкозный биосенсор).
14. Иммобилизованные биообъекты как лекарственные средства (стрептодеказа, современные шовные и перевязочные материалы, использование микрокапсул в косметологии).
15. Понятие об антигенах и антителах. Структура антител. Классификация антител. Естественный и искусственный иммунитет.
16. Понятие о реакциях гамма-глобулина. Технология получения противокорревого препарата серологической специфичности (реакции агглютинации и преципитации).
17. Клеточная инженерия. Гибридная технология получения моноклональных антител.
18. Использование моноклональных антител для очистки биологических жидкостей.
19. Иммуносенсоры. ДНК-или РНК-пробы.
20. Современная классификация вакцинных препаратов. Микробные живые вакцины (вакцина Кальмеда и Жерена (BCG), вакцина против туляремии, противочумная вакцина).
21. Вирусные живые вакцины: вакцина против оспы (Дженера), вакцина против вируса полиомиелита, вакцина против желтой лихорадки (Тейлора).
22. Технология получения живых вакцин. Убитые вакцины: брюшнотифозная вакцина (вакцина Венсена и вакцина Кале), вакцины против коклюша, холеры, дизентерии.
23. Технология получения убитых вакцин.
24. Анатоксины. Технология получения анатоксинов.
25. Сывороточные препараты. Рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены.
26. Понятие о партнерских отношениях между микроорганизмами и организмом человека.
27. Роль нормальной микрофлоры кишечника человека в функционировании организма человека.
28. Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков.
29. Требования к штаммам, используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.
30. Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков.
31. Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды.
32. Использование биотестов (морские светящиеся бактерии, простейшие тетрахимены, дафнии) для оценки влияния отходов на сапрофитную микрофлору и чистоты водных стоков.
33. Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Медицинская биотехнология*» проводится в 6-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В. И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Код и наименование направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология»
	Дисциплина «Медицинская биотехнология»
Билет № 1	
1. Биотехнологические процессы как стартовый этап для получения исходного сырья (на примере технологий получения дифтерийного анатоксина).	
2. Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

б) Дополнительная литература

1. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
2. Кнорре Д.Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина, 2000. – 480 с.
3. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.
4. Клопов, М. И. Биологическая химия : учебное пособие для вузов / М. И. Клопов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-7319-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169789> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Биотехнология» ISSN 0234-2758
- Журнал «Прикладная биохимия и микробиология» ISSN 0555-1099

- Журнал «Биофармацевтический журнал» ISSN 2073-8099
- Journal «Process Biochemistry» ISSN 1359-5113
- «Journal of Bioscience and Bioengineering» ISSN 1389-1723
- Journal «Biotechnology and Bioengineering», ISSN:1097-0290 (Online)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- [http:// biorosinfo.ru/](http://biorosinfo.ru/)
- <https://gmpnews.ru/>
- <https://www.elibrary.ru/>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 50);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 31).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Медицинская биотехнология»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Основные механизмы передачи, изменения, восстановления и реализации генетической информации должны быть представлены на настенных плакатах или с использованием демонстрационных средств в формате Microsoft PowerPoint.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих	бессрочная

			станциях	

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.	<i>Знает:</i> определение и основные задачи медицинской биотехнологии; особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения. <i>Умеет:</i> использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний <i>Владеет:</i> теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии; современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Понятие об иммунологии	<i>Знает:</i> отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий; особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения. <i>Умеет:</i> использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний <i>Владеет:</i> теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии; современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.	<i>Знает:</i> особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения. <i>Умеет:</i> использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет с оценкой

	заболеваний <i>Владеет:</i> современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств	
Раздел 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.	<i>Знает:</i> особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения. <i>Умеет:</i> использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний; использовать биосенсоры и биотесты. <i>Владеет:</i> теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии; современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет с оценкой

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Медицинская биотехнология»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы энзимологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.т.н., доцентом, профессором кафедры биотехнологии А.А. Беловым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Методы энзимологии»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют фундаментальную подготовку по биохимии и биокинетики.

Методы энзимологии – это новое перспективное научно-техническое направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии. Инженерная энзимология — это отрасль биотехнологии, базирующаяся на использовании каталитических функций ферментов (или ферментных систем) в изолированном состоянии или в составе живых клеток для получения соответствующих целевых продуктов. Биообъект здесь - фермент (или комплекс ферментов).

Цель дисциплины - освоение студентами основных принципов и теоретических положений инженерной энзимологии; формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; усвоение основ конструирования и последующего использования в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами.

Программа включает следующие разделы: структурно-функциональные особенности биокатализа, ферменты в экстремальных условиях, ферментативный микроанализ, медицинская энзимология, промышленный биокатализ, использование ферментов в тонком химическом синтезе, утилизация промышленных отходов с помощью ферментов, использование ферментов для создания биологических средств защиты растений, конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии.

Задачи дисциплины – приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Дисциплина **«Методы энзимологии»** преподается в 8-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

	– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской

				рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы механизмов ферментативного катализа;
- методы иммобилизации ферментов и клеток;
- выбор оптимального носителя и метода его активации;
- методы оценки свойств полученных иммобилизованных ферментов;
- стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
- ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение;
- исследования свойств полученных иммобилизованных ферментов;
- важнейшие производства с использованием иммобилизованных ферментов для нужд промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической областей производства;

Уметь:

- определять ферментативные активности нативных и иммобилизованных препаратов;
- осуществлять контроль содержания активных групп после модификации матрицы;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации исходного сырья и получаемой продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему получения иммобилизованных или стабилизированных форм ферментов.

Владеть:

- методами определения ферментативной активности нативных и иммобилизованных препаратов
- методами активации носителей;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств используемых носителей;
- методами исследования полученных иммобилизованных форм ферментов;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,0	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практические занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабораторные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоятельная работа
	Введение	3	0	2	0	0	0	0	0	1
1	Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов.	9	0	4	0	4	0	0	0	1
2	Носители. Методы активации носителей	9	0	4	0	4	0	0	0	1
3.	Методы иммобилизации ферментов.	11	0	5	0	5	0	0	0	1
4	Свойства иммобилизованных ферментов.	11	0	5	0	5	0	0	0	1
5.	Методы исследования иммобилизованных ферментов.	9	0	4	0	4	0	0	0	1
6.	Получение и использование иммобилизованных ферментов для медицинских целей.	10	0	4	0	5	0	0	0	1
7.	Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	10	0	4	0	5	0	0	0	1
	ИТОГО:	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Современное состояние и перспективы развития инженерной энзимологии. Предмет инженерной энзимологии.

Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ. Современная международная номенклатура ЕС – enzyme code. Белковые и небелковые ферменты (рибозимы). Простые и сложные ферменты. Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, ее важность для энзимологии; современные представления о механизмах формирования пространственной структуры белка; иерархический принцип сворачивания; промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; современное состояние знаний о белках теплового шока и структуре шаперонов; домены, их структурные и функциональные характеристики; роль мультидоменной организации молекулы фермента в определении ее функциональных свойств, формирование активного центра на границе между доменами. роль подвижности доменов в катализе, структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия, регуляторные домены, домены, обеспечивающие связывание с мембранами; факторы определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа, комплементарность между ферментом и субстратом. Методы идентификации активного центра ферментов. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

Раздел 2. Носители. Методы активации носителей. Идеальные материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Требования к носителям. Органические и неорганические материалы. Природные и синтетические органические полимерные носители. Природных полимеры - белковые, полисахаридные и липидные носители, а среди синтетических - полиметиленовые, полиамидные и полиэфирные. Преимущества природных носителей и их недостатки. Целлюлоза, декстран, хитин и их производные. Кератин, фиброин, коллаген и продукт переработки коллагена - желатина. Синтетические полимерные носители. Преимущества синтетических носителей и их недостатки. Полимеры на основе стирола, акриловой кислоты, поливинилового спирта; полиамидные и полиуретановые полимеры. Носители неорганической природы. Стекла, глины, керамики, графитовая сажа, силикагеля, силихромы и оксиды металлов. Основные преимущества неорганических носителей и их недостатки. Методы активации носителей

Раздел 3. Методы иммобилизации ферментов. Химические и физические методы иммобилизации ферментов. Основные преимущества используемых методов и их недостатки. Необходимость подбора оптимальных вариантов, как носителя, так и условий, и способов иммобилизации для каждого индивидуального фермента, используемого в конкретном технологическом процессе. Иммобилизация ферментов на носителях, обладающих гидроксо-группами. Иммобилизация ферментов на носителях, обладающих аминогруппами. Иммобилизация на носителях, обладающих активированными производными карбоксильной группы. Иммобилизация на носителях, обладающих сульфгидрильными группами. Иммобилизованные клетки микроорганизмов.

Раздел 4. Свойства иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные ферменты – определение и области использования. Влияние иммобилизации на состояние фермента. Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток. Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.

Раздел 5. Методы исследования иммобилизованных ферментов. Спектральные методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.

Раздел 6. Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей. Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизин и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии. Использование иммобилизованных гидролаз для лечения гнойно-некротических ран. Промышленно выпускаемые отечественные препараты немодифицированных и иммобилизованных ферментов.

Раздел 7. Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве. Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью ферментов. Ферменты в фармацевтической промышленности. Ферменты в пищевой промышленности. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, α -галактозидаз. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа. Использование модифицированных ферментов для защиты от фитопатогенов с/х растений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел						
		1	2	3	4	5	6	7
	Знать:							
1	основные принципы механизмов ферментативного катализа;	+			+			
2	методы иммобилизации ферментов и клеток;		+			+	+	+
3	выбор оптимального носителя и метода его активации;		+			+		
4	методы оценки свойств полученных иммобилизованных ферментов;	+		+		+	+	
5	ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение;	+			+		+	
6	исследования свойств полученных иммобилизованных ферментов;	+		+		+		
7	важнейшие производства с использованием иммобилизованных ферментов для нужд промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической областей производства;						+	+
8	стабилизация ферментов в биотехнологических системах.	+						
	Уметь:							
9	определять ферментативные активности нативных и иммобилизованных препаратов;	+		+		+		
10	осуществлять контроль содержания активных групп после модификации матрицы;		+	+				
11	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;	+	+	+				
12	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации исходного сырья и получаемой продукции;	+	+		+			
13	выбрать рациональную схему получения иммобилизованных или стабилизированных форм ферментов.			+		+		
14	определять параметры сырья и продукции при их сертификации;	+	+	+				

	Владеть								
15	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	+	+	+					
16	методами определения ферментативной активности нативных и иммобилизованных препаратов	+		+	+				
17	методами активации носителей;		+	+					
18	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств используемых носителей;		+	+					
19	методами исследования полученных иммобилизованных форм ферментов					+			
20	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов				+		+		
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>									
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК							
23	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.		+	+	+	+	+	+
		ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.		+	+	+	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.		+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	1	Простые и сложные ферменты.	2
2	1	Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию	2
3	2	Материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Требования к носителям.	4
4	3	Химические и физические методы иммобилизации ферментов.	5
5	4	Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.	5
6	5	Спектральные методы исследования белков.	4
7	6	Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей.	5
8	7	Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	5

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий CORT
- 3) подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

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.

7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии CORT

«Шесть шляп мышления»

Тема: «Технология получения (очистки) ферментов»

Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)

Что представляют собой ферменты?

Для чего нужны ферменты?

Являются ли ферменты белками?
Как влияют ферменты на окружающую среду?
Как проверяют ферменты на активность?
Какие реальные опасности могут нести ферменты?
Белая шляпа (сбор фактов)
Мировое производство ферментов
Риски использования ферментов
Контроль качества ферментов
Желтая шляпа
Преимущества использования ферментов
Черная шляпа
Недостатки использования ферментов
Красная шляпа
Выражение эмоционального отношения к проблеме
Зеленая шляпа
Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования ферментов

7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии

К практическому занятию по теме: «Свойства иммобилизованных ферментов».

Порядок выполнения задания:

- охарактеризовать физико-химический состав используемого носителя;
- предложить наиболее приемлемый способ активации носителя;
- охарактеризовать химические, биохимические, физические свойства фермента;
- охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки носителя: условия хранения; количество активатора; условия иммобилизации;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант иммобилизации, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации готовой формы.

Задание 1. Производство иммобилизованного препарата на основе трипсина на диальдегидцеллюлозе

К практическому занятию по теме: «Методы идентификации активного центра ферментов».

Порядок выполнения задания:

- проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения ферментов;
- проанализировать физико-химический состав предложенного в задании фермента;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения фермента;
- подобрать оптимальную схему определения активного центра.

Задание 1. Предложить схему выделения, очистки и анализа трипсина медицинского назначения;

К практическому занятию по теме: «Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей.»

Порядок выполнения задания

2. используя литературные данные и интернет найти сведения о выпуске и производстве, предложенного в задании

3. проанализировать получение препаратов, предложенного в задании.
4. Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам получения ферментов медицинского назначения

Задание 1. Предложить схему получения иммобилизованных полиферментов на основе биodeградируемых носителей

К практическому занятию по теме: «Методы исследования иммобилизованных ферментов».

Порядок выполнения задания:

1. дать характеристику методам иммобилизации;
2. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при иммобилизации;
3. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при хранении;
4. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при термоинактивации;

Задание 1. Предложить оптимальную схему получения трипсина иммобилизованного на ДАЦ.

К практическому занятию по теме: «Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве»

Порядок выполнения задания

1. на основе литературных и интернет-источников дать ферментов и носителей, предложенных в задании.
2. проработать теоретический материал по методам иммобилизации
3. выбрать и обосновать выбор способа применения иммобилизованных ферментов
4. составить принципиальную схему получения нужного препарата.

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного препарата для защиты растений.

К практическому занятию по теме: «Перспективы развития индустриального биокатализа»

Порядок выполнения задания

1. изучить теоретический материал по технологии производства иммобилизованных ферментов
2. на основе изложенного в лекционном курсе теоретического материала определить место ферментов в промышленном биокатализе
3. сделать обоснованный выбор условий получения иммобилизованного фермента
4. составить и обосновать принципиальную схему стадий использования ферментов в индустриальном биокатализе

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного фермента для индустриального биокатализа

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры 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 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Вариант № 1. Основной элемент белков. Что такое ферменты? Основные классы ферментов.

Вариант № 2. Пептидная связь. Какие методы анализа белков Вы знаете? Биуретовая реакция.

Вариант № 3. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, pH, ингибитора, активатора)?

Вариант № 4. Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Вариант № 1. Зачем нужна иммобилизация ферментов? Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации ферментов.

Вариант № 2. В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях? Интерферирующее действие модифицированного носителя.

Вариант № 3. Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации, хранения или эксплуатации иммобилизованных ферментов?

Разделы 5-7. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Вариант № 1. Определение медицинской биотехнологии. Задачи, которые решает медицинская биотехнология. Значение биотехнологии для медицины.

Вариант № 2. Что такое адресная доставка лекарств? Приведите примеры технологии получения нанолекарств.

Вариант № 3. Применение бионанотехнологии в химическом и иммуноферментном анализе

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-7 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Основной элемент белков. Уровни структурной организации белков.
2. Что такое ферменты?
3. Основные классы ферментов.
4. Пептидная связь.
5. Какие методы анализа белков Вы знаете?
6. Биуретовая реакция.
7. В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях?
7. Интерферирующее действие модифицированного носителя в различных методах анализа иммобилизованного биообъекта.
8. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата?
9. Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации иммобилизованных ферментов?
10. Зачем нужна иммобилизация ферментов?
11. Методы иммобилизации ферментов.
12. Носители для иммобилизации ферментов, выбор, методы активации.
13. Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит.
14. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.
15. Методы иммобилизации биообъектов (клетки микроорганизмов, животные или растительные клетки).

16. Особенности иммобилизации клеток микроорганизмов по сравнению с ферментами.
17. Области применения иммобилизованных объектов. Преимущества и недостатки.
18. Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науки.
19. Реакторы с иммобилизованными препаратами.
20. Типы иммобилизованных биообъектов.
21. Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии.
22. Определение медицинской энзимологии.
23. Задачи, которые решает медицинская энзимология.
24. Значение энзимологии для медицины.
25. Методы идентификации активного центра ферментов.
26. Источники ферментов. Локализация ферментов в клетке.
27. Методы выделения и очистки ферментов.
28. Стабилизация ферментов.
29. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов.
30. Активные центры ферментов. Идентификация аминокислотных остатков в активных центрах: химическая модификация и кинетические методы.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета (8-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Методы энзимологии*» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-7 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология
	Дисциплина «Методы энзимологии»
Билет № 1	
1. Пептидная связь. 2. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, pH, ингибитора, активатора)? 3. Методы иммобилизации ферментов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Суясов Н.А., Дудникова Е.А., Хабибулина Н.В., Баурина М.М. Биофизическая химия. Сборник примеров и задач: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2010. - 108 с.
2. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера.-М.: БИНОМ, 2015.-Т.1-3.

Б. Дополнительная литература

1. Луценко Н.Г., Калёнов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч. – Ч. 1 : Курс лекций. – 2-е изд., испр. И доп: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2011. - 156 с.
2. Луценко Н.Г., Калёнов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч.– Ч. 2. Информационные материалы к лекциям: Учеб. пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2011. - 104 с.
3. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 88 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

9.3. Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
2. банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
4. банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Методы энзимологии»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

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

1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов.	Знает: основы энзимологии, строение и функции белковых ферментов; строение и функции активных центров ферментов; основные принципы механизмов ферментативного катализа; Умеет: определять количество белка в пробе, определять ферментативные активности, определять количество активных центров в молекуле фермента; Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 2. Носители. Методы активации носителей	Знает: носители, используемые для иммобилизации ферментов. требования к носителям. органические и неорганические материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Преимущества природных носителей и их недостатки. Методы активации используемых носителей Умеет: подобрать требуемый носитель и метод его активации. Владеет: методами активации носителей, методами определения количества активных групп на носителе, методами блокирования активных групп.	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 3.	Знает: методы иммобилизации ферментов и клеток,	Оценка за

Методы иммобилизации ферментов .	влияние иммобилизации на состояние фермента. Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток. Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов. Умеет: использовать оптимальные методы иммобилизации фермента на необходимом носителе для получения препарата иммобилизованного фермента, сохраняющего свою биологическую активность на протяжении всего срока эксплуатации и хранения. Владеет: методами иммобилизации ферментов на требуемых носителях, методами определения количестве иммобилизованного белка, методами определения ферментативной активности иммобилизованного препарата, методами моделирования искусственных условий инактивации иммобилизованного препарата.	контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 4. Свойства иммобилизованных ферментов .	Знает: Влияние иммобилизации на состояние фермента. Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток. Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов. Умеет: провести исследование влияния различных физико-химических факторов (температура, pH, состав среды, гамма-облучение и т.п.) на стабильность и свойства иммобилизованного фермента. Владеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов, методами проведения физико-химических измерений.	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 5. Методы исследования иммобилизованных ферментов .	Знает: Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Владеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов, методами	Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 6. Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей	Знает: Энзимопатологию. Энзимодиагностику. Энзимотерапию. Терапию воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизином и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных	Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр).

	ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии. Использование иммобилизованных гидролаз для лечения гнойно-некротических ран. Промышленно выпускаемые отечественные препараты немодифицированных и иммобилизованных ферментов. Умеет: осуществлять процесс в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	
Раздел 7. Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	Знает: использование ферментов в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью иммобилизованных ферментов. Ферменты в фармацевтической промышленности. Технологическая схема производства. Ферменты в пищевой промышленности. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, α-галактозидаз. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа. Использование модифицированных ферментов для защиты от фитопатогенов с/х растений. Принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов. Умеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Рейтинговая контрольная работа.

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Методы энзимологии»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая биология»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.Ю. Хромовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.
Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Общая биология»** относится к вариативной части обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области школьного курса органической химии и биологии.

Цель дисциплины «Общая биология» - дать студенту целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, строении клетки, как элементарной единицы живого.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами знаний о строении клеток, свойствах и функциях компартментов клеток, их взаимосвязи;
- получение знаний об основных биологических процессах в клетке, основных способах размножения и развития организмов, теории эволюции и знаний об основах генетики;
- приобретение студентами теоретических знаний, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как биохимия, молекулярная биология, микробиология и ряда других специальных дисциплин;
- овладение основным терминологическим аппаратом, работой с научно-технической информацией, методами анализа и представления полученной информации.

Дисциплина **«Общая биология»** преподается в 3-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий.	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов

	Объекты профессиональной деятельности: — микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; — приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; — установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		пути их регулирования; — основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; — основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ — основных объектов биотехнологии; — основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды. ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с

				шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</i> Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>

				утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 июля 2020 года N 441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ В. Управление действующими биотехнологическими процессами и производством С. Разработка предложений по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные различия живых и неживых систем;
- строение, состав и физиологическую роль клеточной стенки и цитоплазматической мембраны; внутриклеточных органелл;
- химическую организацию, строение и функции клеток эукариотов и прокариотов;
- структуру нуклеиновых кислот и принцип матричного синтеза как основу наследственных свойств живых систем;
- генетический код и его свойства;
- теоретические основы и практические достижения биологии развития;
- сущность процессов, протекающих в организме и закономерности взаимодействия организма с окружающей средой;
- базовые представления о разнообразии биологических объектов;
- основы теории эволюции.

Уметь:

- выбирать технические средства для решения поставленных задач
- логично интерпретировать полученную информацию;
- анализировать полученные результаты.

Владеть:

- основными понятиями биологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН

4.1. Разделы и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаборат орные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостояте льная работа
1	Раздел 1. Введение в предмет	2	0	2	0	2	0	0	0	0
2	Раздел 2. Основы цитологии	12	0	5	0	3	0	0	0	2
3	Раздел 3. Обмен веществ и превращение энергии в клетке	12	0	5	0	5	0	0	0	2
4	Раздел 4. Непрерывность жизни	11	0	5	0	5	0	0	0	1
5	Раздел 5. Размножение и индивидуальное развитие организма	11	0	5	0	5	0	0	0	1
6	Раздел 6. Основы генетики и селекции	11	0	5	0	5	0	0	0	1
7	Раздел 7. Понятие изменчивости. Эволюция	11	0	5	0	5	0	0	0	1
	ИТОГО	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в предмет.

История развития и современная биология. Определение жизни. Свойства живого. Саморегуляция и уровни организации живых систем. Биология, как совокупность наук, изучающих структуру, функционирование и разнообразие живых систем на разных уровнях организации.

Раздел 2. Основы цитологии.

2.1. Наука о клетке, развитие клеточной теории. Химическая организация клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции. Роль воды в живых организмах. Биополимеры клетки. Строение и функции белков. Строение и функции углеводов. Строение и функции нуклеиновых кислот. Строение и функции липидов. Цитологические методы исследования клеток.

2.2. Типы клеточной организации. Надцарство прокариотов. Строение бактериальной клетки. Функции и свойства структурных элементов бактериальной клетки.

2.3. Надцарство эукариотов. Строение эукариотической клетки растений и животных. Функции и свойства органелл эукариотической клетки. Ядерный аппарат эукариотической клетки.

2.4. Неклеточные формы жизни. Вирусы.

Раздел 3. Обмен веществ и превращение энергии в клетке.

3.1. Основные метаболические процессы, происходящие в клетке. Автотрофное питание. Хемо- фотосинтез.

3.2. Гетеротрофное питание. Энергетический обмен или получение энергии живыми клетками. Дыхание.

Раздел 4. Непрерывность жизни.

Хромосомы и их структура. Гаплоидные и диплоидные клетки. Основное содержание и значение периодов жизненного цикла клетки. Варианты клеточного цикла. Интерфаза. Виды интерфаз. Репликация ДНК. Деление клеток. Митоз и мейоз. Мейоз как способ образования половых клеток.

Раздел 5. Размножение и индивидуальное развитие организма.

5.1. Формы размножения. Половое размножение. Гаметогенез: сперматогенез и оогенез. Морфология половых клеток. Спорогенез (микроспорогенез и макроспорогенез). Оплодотворение.

5.2. Онтогенез. Характеристика эмбрионального периода онтогенеза. Дробление. Гастрюляция и образование зародышевых листков. Первичный органогенез. Механизмы эмбриогенеза. Апоптоз. Тератогенные факторы. Производные зародышевых листков. Критические периоды онтогенеза. Механизмы, обеспечивающие эмбриогенез. Клеточная сигнализация.

Раздел 6. Основы генетики и селекции.

Основы классической генетики. Материальные и молекулярные основы наследственности. Уровни организации наследственного материала. Закономерности наследования признаков и принципы наследственности. Основные законы Менделя. Методы генетических исследований.

Раздел 7. Понятие изменчивости. Эволюция.

Закономерности изменчивости: наследственная, модификационная. Мутации. Понятие «норма реакции». Генетика популяций, микроэволюция, макроэволюция. Естественный отбор в популяции. Видообразование. Закономерности эволюции. Главные направления и пути эволюции. Доказательства эволюционного процесса. Разнообразие живых организмов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК						
1	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации		+	+	+	+	+

	структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.							
	ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.		+	+		+	+	+
Знать:								
2	основные различия живых и неживых систем;	+	+	+				
3	строение, состав и физиологическую роль клеточной стенки и цитоплазматической мембраны; внутриклеточных органелл		+					
4	химическую организацию, строение и функции клеток эукариотов и прокариотов		+					
5	структуру нуклеиновых кислот и принцип матричного синтеза как основу наследственных свойств живых систем				+			
6	генетический код и его свойства				+		+	
7	теоретические основы и практические достижения				+	+	+	

	биологии развития							
8	сущность процессов, протекающих в организме и закономерности взаимодействия организма с окружающей средой							+
9	базовые представления о разнообразии биологических объектов							+
10	основы теории эволюции							+
Уметь:								
11	выбирать технические средства для решения поставленных задач						+	
12	логично интерпретировать полученную информацию		+	+	+	+	+	+
13	анализировать полученные результаты		+	+	+	+	+	+
Владеть								
14	основными понятиями биологии	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Химическая организация клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции.	2
2	2	Биополимеры клетки. Строение и функции органелл клетки.	2
3	2	Основная биологическая догма биологии	1
4	4	Репликация ДНК	5
5	5	Размножение и индивидуальное развитие организмов.	3
6	5	Дифференциация клеток – факторы и регуляция этого процесса.	2
7	6	Основы классической генетики. Понятие о наследственности и изменчивости.	5
8	7	Эволюция организмов	3
9	7	Мутации. Разнообразие живых организмов.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

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

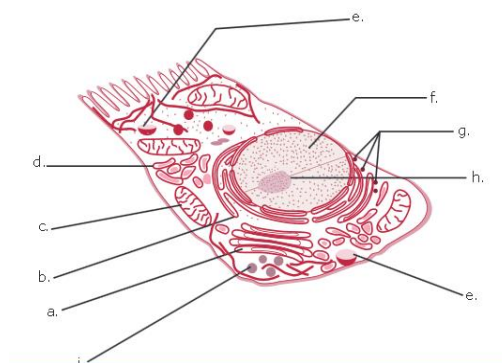
8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 6 вопросов, по 3 балла за вопросы 1-5 и 2 балла за вопрос 6.

Вариант № 1.

1. Укажите название оргanelл и их основные функции

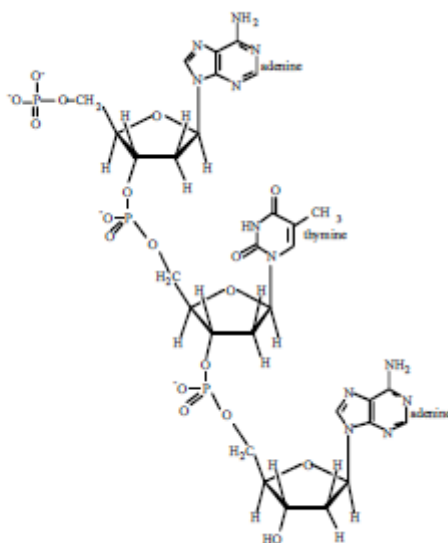


2. Закончите предложения:

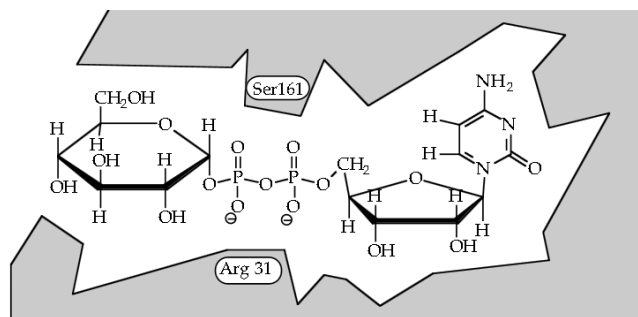
- А) Мономером нуклеиновых кислот является –
- Б) Основным компонентом клеточной мембраны являются –
- В) между аминокислотами в белке образуется связь
- Г) Альфа спираль является примером структуры белка
- Д) Клеточная стенка растений состоит из

3. Классификация белков (не менее 3 классификаций)

4. Что за молекула изображена на рисунке?



5. На рисунке изображено как субстрат присоединяется к белку (входит в карман). Закрашенная область – фермент, структурная формула – субстрат. Две аминокислоты участвуют в образовании и удерживании субстрата в кармане белка – это аргинин и серин. Зная структуру свойства аминокислоты аргинина определите какие связи будут образовываться между этой аминокислотой и субстратом:



Водородные

Ионные

Ван дер Ваальсовы

Ковалентные

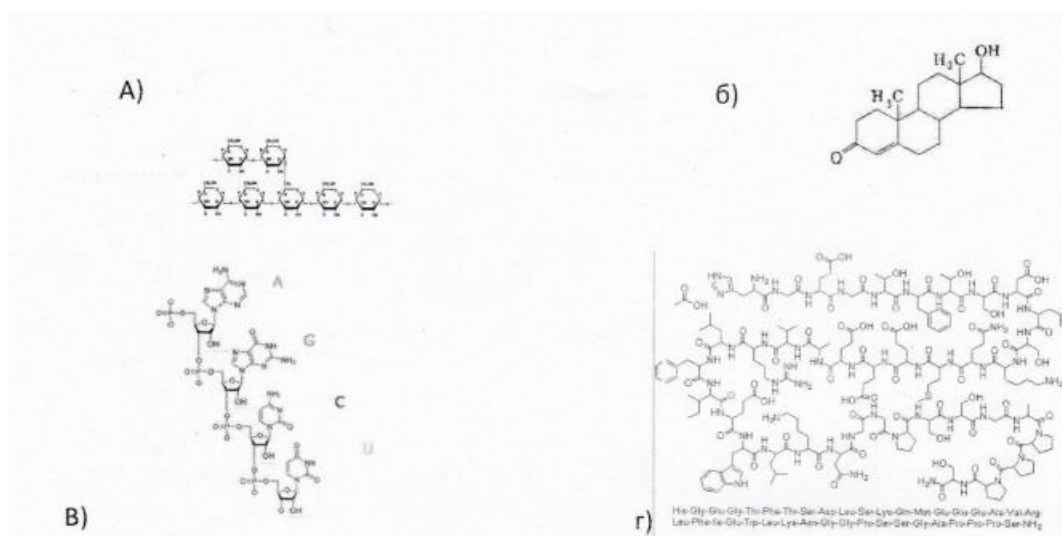
6. Дайте определение понятиям: Прокариоты, Прионы, Трансляция, рибоза, Простой белок

Вариант №2

1. Закончите предложения:

- А) Мономером белка является –
- Б) В состав гликопротеидов входят –
- В) Междк сахарами в полисахариде образуется.....связь
- Г) в-складка является примером.....структуры белка
- Д) Углеводом в составе ДНК является

- 2. В чем заключается основная догма биологии. Отличие процессов реализации генетической информации в клетках эукариот и прокариот.
- 3. Определите, к какому классу веществ относятся данные молекулы

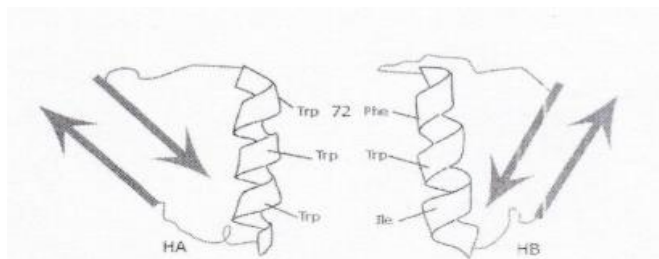


4. У эукариотов есть белки гистоны, которые участвуют в упаковке молекулы ДНК. На рис. Показано схематически взаимодействие белка и ДНК. Выберите какие аминокислоты могут быть в составе белка гистона «X»

- А) Гидрофобные
- Б) Незаряженные
- В) положительно заряженные
- Г) Отрицательно заряженные



- На рисунке изображен белок, две субъединицы которого содержат альфа спирали и удерживаются между собой определенными силами. Отметьте какими:
 А) Водородными
 Б) Ионные
 В) Ван дер Ваальсовыми
 Г) Ковалентными



Если произойдет мутация и на месте TRP 72, будет Arg. Как изменится взаимодействие между двумя субъединицами белка

- сила взаимодействия увеличится
- Сила взаимодействия уменьшится
- Сила взаимодействия не изменится

6. Дайте определение понятиям: Нуклеотид, Шапероны, Эндоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

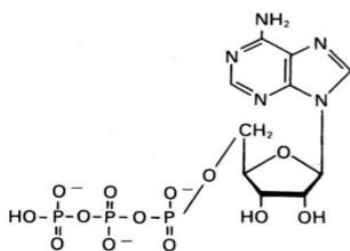
Вариант №3

1. Закончите предложения:

- Мономером белков является –
- Основным компонентом клеточной мембраны являются –
- между аминокислотами в белке образуется связь
- Бетта-складка является примером структуры белка
- Клеточная стенка грибов состоит из

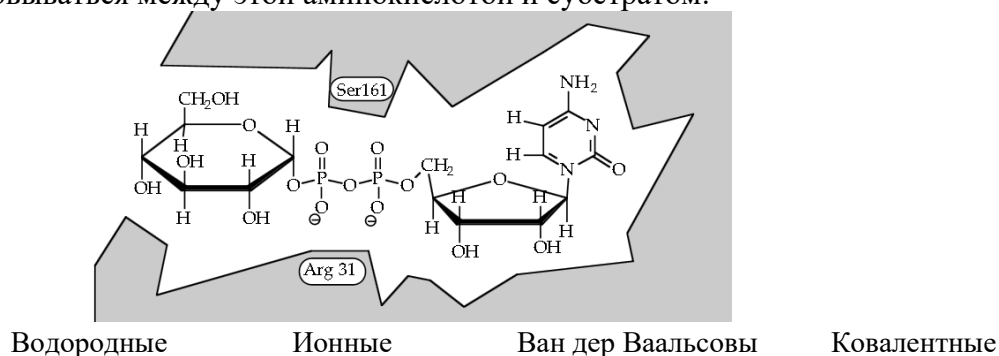
2. Классификация углеводов

3. на рисунке представлена молекула



- Заклучите в квадрат часть молекулы, которая присоединяется к растущей цепи нуклеиновой кислоты
- Выделите атом(ы) которые могут образовывать водородную связь с комплементарным азотистым основанием
- Обведите часть молекулы, уменьшающей стабильность РНК по сравнению с ДНК
- Отметьте стрелкой часть молекулы, которую бы вы модифицировали, чтобы избежать дальнейшей полимеризации. Какие изменения вы бы предложили?

4. На рисунке изображено как субстрат присоединяется к белку (входит в карман). Закрашенная область – фермент, структурная формула – субстрат. Две аминокислоты участвуют в образовании и удерживании субстрата в кармане белка – это аргинин и серин. Зная структуру свойства аминокислоты аргинина определите какие связи будут образовываться между этой аминокислотой и субстратом:



5. Строение и функции митохондрии

6. Дайте определение понятиям: митохондрия, гетерополисахарид, экзоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

Вариант №4

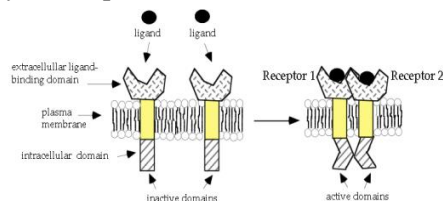
1. Закончите предложения:

- А) Мономером углеводов является –
- Б) Основным компонентом клеточной мембраны являются –
- В) между комплиментарными основаниями в нуклеиновых кислотах образуется связь
- Г) Альфа спираль является примером структуры белка
- Д) Клеточная стенка бактерии содержит

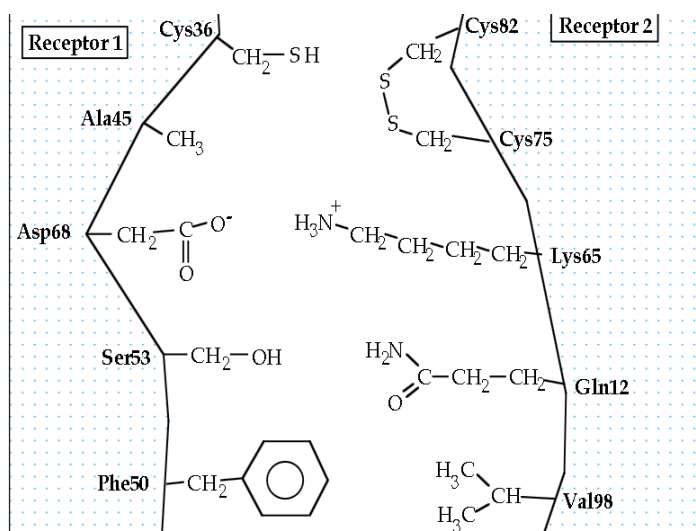
2. Какая из структур белка не удерживается водородными связями

- А) первичная
- Б) вторичная
- В) третичная
- Г) четвертичная

3. При взаимодействии рецептора с лигандом, мембранные белки меняют конформацию, образуя димеры и становятся активными.



При образовании димеров белки образуют связи между боковыми радикалами. В таблице укажите какие типы взаимодействий возможны между аминокислотами.



4. У эукариотов есть белки гистоны, которые участвуют в упаковке молекулы ДНК. На рис. Показано схематически взаимодействие белка и ДНК. Выберите какие аминокислоты могут быть в составе белка гистона «X»

- А) Гидрофобные
- Б) Незаряженные
- В) положительно заряженные
- Г) Отрицательно заряженные



Боков. радика. аминокислот	
Cys82-Cys75	
Asp68-LYS65	
Ser53-Gln12	
Phe50-Val98	

5. Строение и функции пластид

6. Дайте определение понятиям: хромосома, нуклеотид, эндоцитоз, транскрипция, Эукариоты

Вариант №5

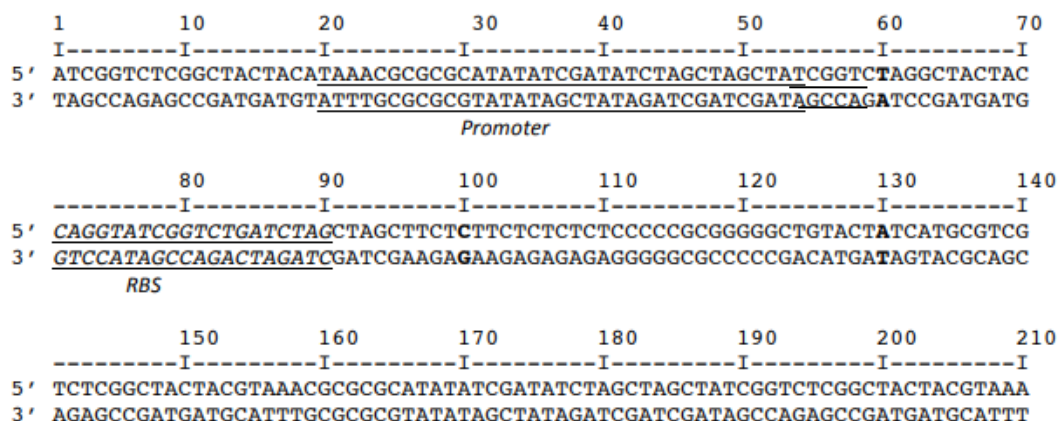
1 Закончите предложения:

- А) Мономером хитина является —
- Б) Основным компонентом клеточной стенки бактерий является...
- В) между комплиментарными основаниями в нуклеиновых кислотах образуется связь
- Г) Альфа спираль является примером структуры белка
- Д) Основным белком микрофиламентов является

2. Какой фермент осуществляет полимеризацию мРНК у эукариотических клеток

- А) ДНК зависима РНК полимераз
- Б) РНК зависима ДНК полимераз
- В) ДНК зависима ДНК полимераз
- Г) РНК зависима РНК полимераз

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген Х.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
- Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X
- В) При мутации в позиции 100 после выделенного G/C произошло добавление фрагмента
- 5' TGT 3'
- 3' ACA 5'
- Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)
- Что случится с исходным белком
4. Какие 4 класса макромолекул входят в состав живого. Заполните таблицу, указав функции и строение

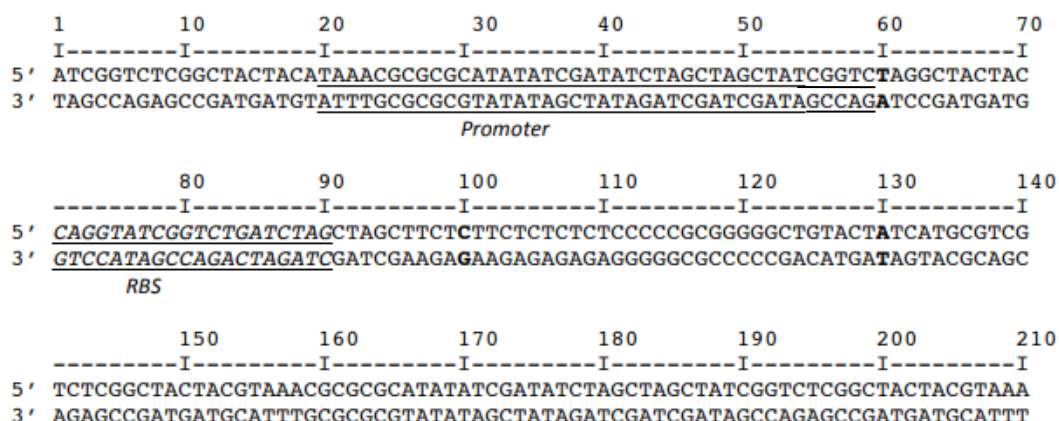
Название макромолекулы	Укажите какой мономер входит в состав данной макромолекулы	Напишите одну из функций макромолекулы

5. Строение и функции пероксисомы
6. Дайте определение понятиям: Трансляция, гомополисахарид, фосфолипиды, Нуклеотид, Прокариоты

Вариант №6

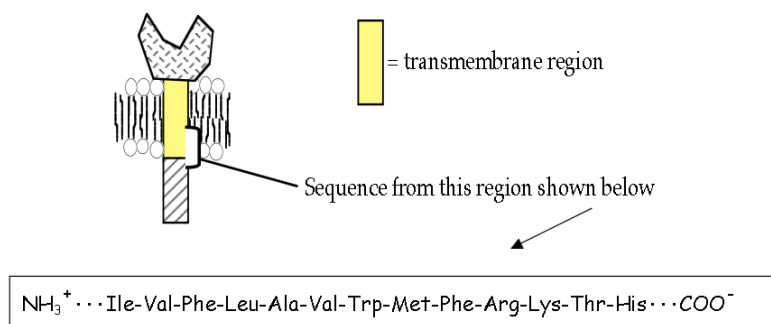
- Закончите предложения:
 - Мономером муреина является –
 - Основным компонентом клеточной стенки растительной клетки является –
 - между углеводами в полисахаридах образуется связь
 - Альфа спираль является примером структуры белка
 - Хитин является полимером состоящим из
- Какая из структур белка не удерживается водородными связями
 - первичная
 - вторичная
 - третичная
 - четвертичная

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген Х.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
 Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене Х
 В) При мутации в позиции 130 сразу после выделенного А/Т произошло добавление фрагмента
 5' ATGT 3'
 3' TACA 5'
 Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)
 Зарисуйте первые 4 аминокислоты, выходящие в состав белка.
 Будет ли вновь образованный белок длиннее, короче или не изменится
 Будет ли белок иметь те же свойства что и белок образованный без учета произошедшей мутации

4. На рисунке схематически изображен рецептор – трансмембранный белок. На выделенном участке определите аминокислоты, которые будут входить в трансмембранный регион.

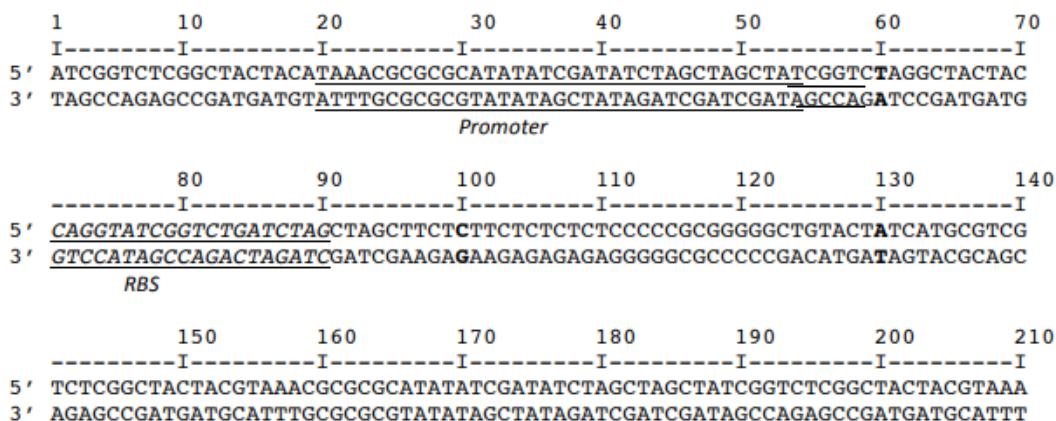


5. Строение и функции цитоскелета
 6. Дайте определение понятиям: митохондрия, гетерополисахарид, экзоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

Вариант №7

1. Закончите предложения:
 А) Мономером крахмала является –
 Б) Синтез белка осуществляет –

- В) Липиды являются гидро..... веществами
 Г) Белок, образующий бактериальный жгутик называется
 Д) Рибосома движется по мРНК матрице в направлении
2. Какая связь между комплиментарными основаниями будет более прочной
 А) G-C
 Б) A-T
 В) A-U
 Г) C-C
3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген Х.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
 Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене Х
 В) При мутации в позиции 100 после выделенного G/C произошло добавление фрагмента
 5' TGT 3'
 3' ACA 5'
 Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)
 Что случится с исходным белком

4. Изобразите клеточную мембрану. Назовите ее компоненты и их функции.
 5. Какие 4 класса макромолекул входят в состав живого. Заполните таблицу, указав функции и строение

Название макромолекулы	Укажите какой мономер входит в состав данной макромолекулы	Напишите одну из функций макромолекулы

5. Строение и функции ядра
 6. Дайте определение понятиям: Гликопротеид, Аминокислота, Фермент, тРНК, Целлюлоза

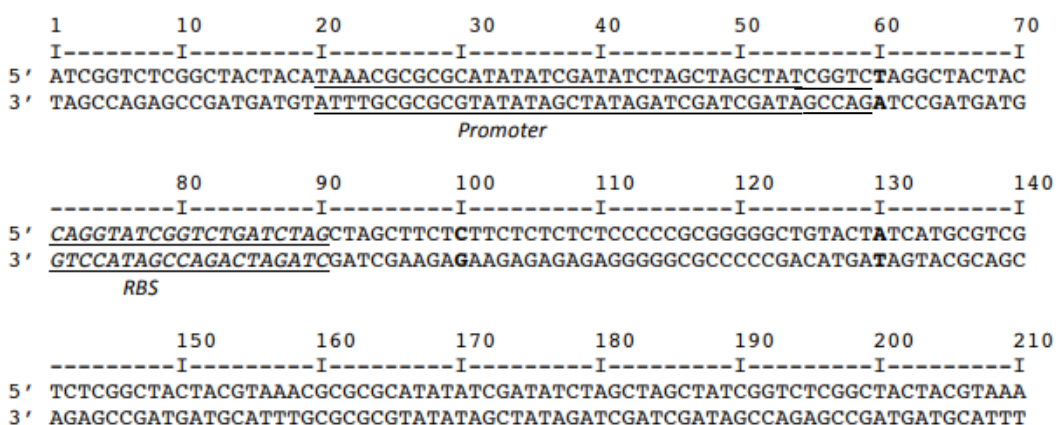
Вариант №8

1. А) Клетки растений в отличие от животной содержат.....
 Б) органелла, содержащая ферменты, способные расщеплять органические вещества называется
 В) Транспортную функцию в живой клетке осуществляет молекула ...
 Г) Универсальным источником энергии в клетке является

2. Поступление веществ в растительную клетку не происходит путем

- А) Диффузии
- Б) Активного транспорта
- В) Облегченной диффузии
- Г) Эндоцитоза

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген Х. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
- Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене Х
- В) При мутации в позиции 130 сразу после выделенного А/Т произошло добавление фрагмента
 5' ATGT 3'
 3' TACA 5'

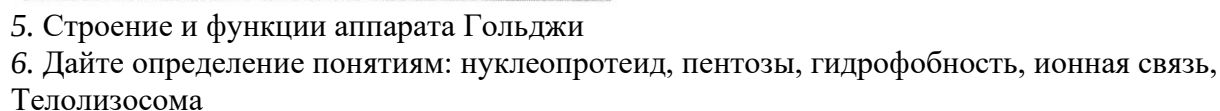
Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Зарисуйте первые 4 аминокислоты, выходящие в состав белка.

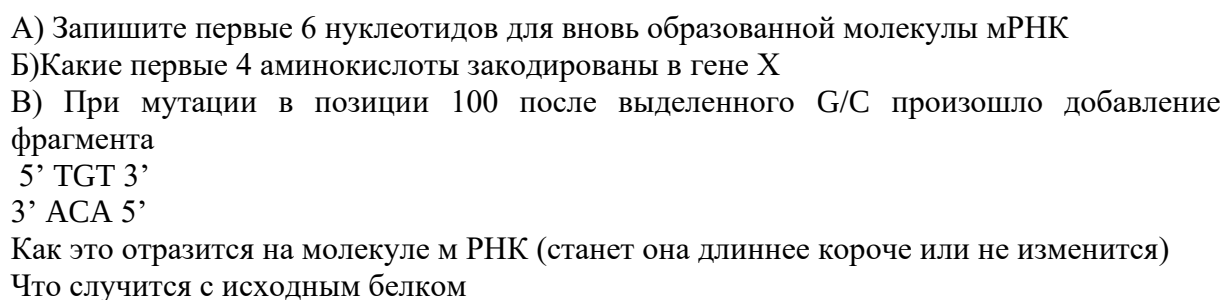
Будет ли вновь образованный белок длиннее, короче или не изменится

Будет ли белок иметь те же свойства что и белок образованный без учета произошедшей мутации

4. На рисунке изображен процесс присоединения сустрата к ферменту. Закрашенная область – фермент, структурная формула - субстрат. Две аминокислоты участвуют в образовании и удержании субстрата в «кармане» белка – это аргинин и серин. Зная структуру и свойства аминокислоты серин, определите какие связи будут образовываться между этой аминокислотой и субстратом.



1. А) Клетки растений в отличие от животной содержат.....
Б) органелла, содержащая ферменты, способные расщеплять органические вещества называется
В) Транспортную функцию в живой клетке осуществляет молекула ...
Г) Универсальным источником энергии в клетке является
2. Какая связь между комплементарными основаниями будет более прочной
А) G-C
Б) A-T
В) A-U
Г) C-C
3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А.



24

Название макромолекулы	Укажите какой мономер входит в состав данной макромолекулы	Напишите одну из функций макромолекулы

5. Строение и функции рибосомы

6. Дайте определение понятиям: мРНК, ядро, полисахарид, эндоцитоз, РНК полимеразы,

Вариант №10

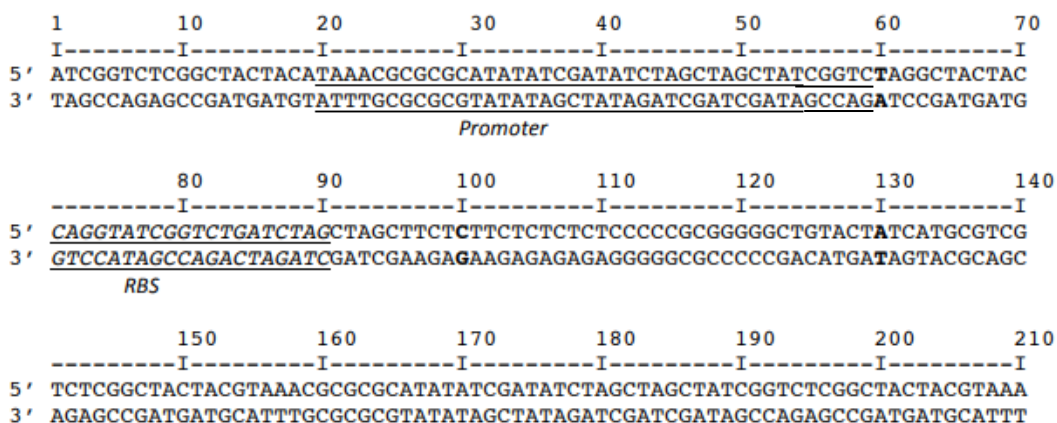
1. Закончите предложения:

- А) Мономером крахмала является –
- Б) Синтез белка осуществляет –
- В) Липиды являются гидро..... веществами
- Г) Белок, образующий бактериальный жгутик называется
- Д) Рибосома движется по мРНК матрице в направлении

2. Поступление веществ в растительную клетку не происходит путем

- А) Диффузии
- Б) Активного транспорта
- В) Облегченной диффузии
- Г) Эндоцитоза

3. 3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



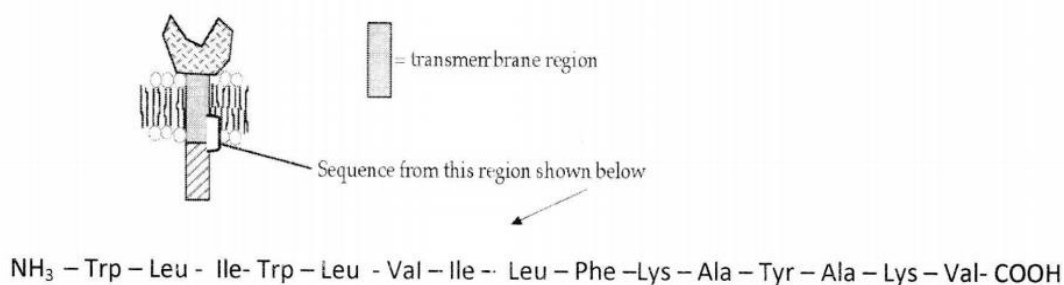
- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
- Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X
- В) При мутации в позиции 130 сразу после выделенного А/Т произошло добавление фрагмента
5' ATGT 3'
3' TACA 5'
- Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Зарисуйте первые 4 аминокислоты, выходящие в состав белка.

Будет ли вновь образованный белок длиннее, короче или не изменится

Будет ли белок иметь те же свойства что и белок образованный без учета произошедшей мутации

4. На рисунке схематически изображен рецептор – трансмембранный белок. На выделенном участке определите аминокислоты, которые будут входить в трансмембранный регион



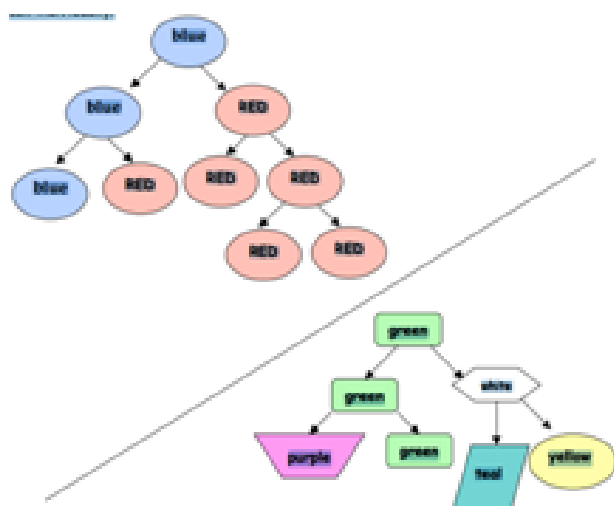
5.Строение и функции клеточной стенки

6. Дайте определение понятиям: митохондрия, гетерополисахарид, экзоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит три вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.

Вариант № 1.

1. Вы обнаружили новый вид млекопитающего, имеющего окрашенные клетки. Вы выделили цветные клетки из разных частей этого организма, и прокультивировали их отдельно. Какие из них являются стволовыми, а какие нет. Поясните ответ. Какова потенция зеленых клеток. Поясните ответ. (26)

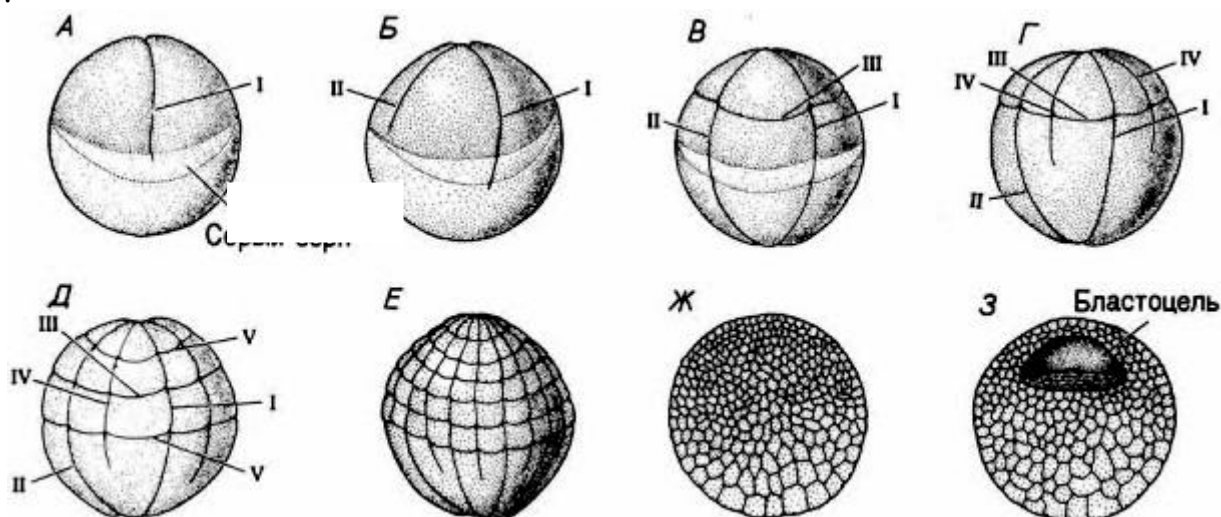


2. Назовите основные ферменты участвующие в процессе репликации. Какую функцию они выполняют?

3. Митоз.

Вариант № 2

1. Организмы размножаются как половым, так и бесполом путем. Перечислите основные виды бесполого размножения. Отметьте преимущества и недостатки бесполого размножения. Возможно ли появление генетического разнообразия потомства при бесполом размножении?
2. Охарактеризуйте события каждой стадии клеточного цикла.
3. Что за процесс представлен на рисунке. Для каких животных, каких яйцеклеток характерен данный тип процесса. Почему идет именно таким путем.



Вариант № 3

1. У пчел, ос, тлей, дафний встречается особая разновидность полового размножения – партеногенез. Объясните явление партеногенеза.?
2. Почему не белки или углеводы, а именно молекула ДНК обладает способностью к репликации? С какими особенностями строения ДНК это связано? Что такое репликация и прерывистый синтез цепей ДНК? Почему молекула ДНК не реплицируется сразу целиком?
3. Какие процессы идут на стадии гаструляции? Что лежит в основе дифференциации клеток. Назовите три этапа дифференциации клеток

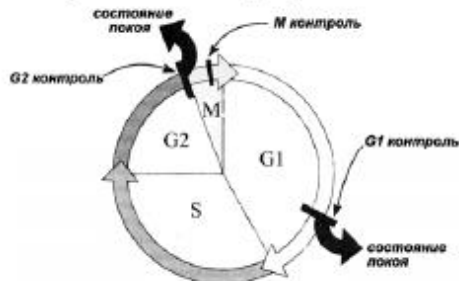
Вариант № 4

1. В чем вы видите принципиальные отличия процесса мейоза от митоза? В чем сходство этих двух типов деления? Если соматическая клетка данного организма имеет 28 хромосом, то сколько хроматид идет к каждому полюсу в анафазе II? Каково число бивалентов в профазе I?
2. Перечислите 5 теорий старения. какой из данных теорий вы придерживаетесь и почему?
3. В чем отличие дробления от митоза? Какие изменения наблюдаются в клеточном цикле клеток осуществляющих дробление? Какие параметры определяют характер дробления

Вариант № 5

1. Рассмотрите схему клеточного цикла многоклеточных животных (рис.). Охарактеризуйте процессы, протекающие в фазы G1, S, G2. В каждой фазе

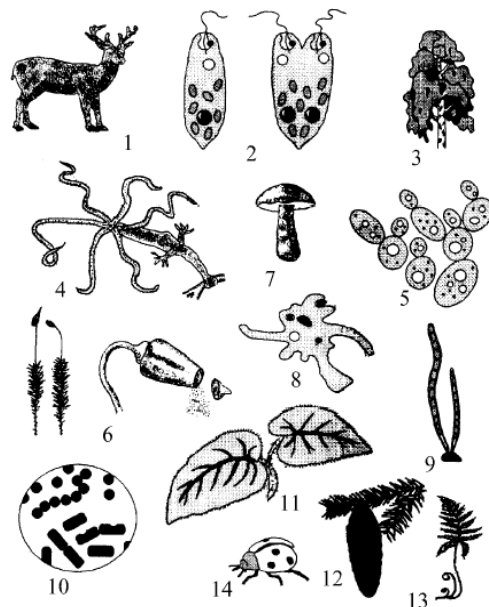
жизненного цикла (G1, S, G2, M) клетки есть точки контроля, т.е. клетка проверяет сама себя на готовность к следующей фазе цикла. Если какие-либо параметры не соответствуют норме, то клетка переходит в состояние покоя. При определенных условиях она может выходить из этого состояния и возвращаться к продолжению цикла. Какие из параметров (размеры клетки, количество питательных веществ, повреждения ДНК, прикрепление хромосом к микротрубочкам веретена деления) контролируются на каждом этапе цикла



2. Что такое гаметогенез? Какие вы знаете стадии в развитии гамет? Дайте полный ответ
3. Почему яйцеклетки рыб, земноводных мелкие, а яйца отложенные пресмыкающимися и птицами крупные? Что такое метаморфоз, в чем его смысл.

Вариант № 6

1. Назовите стадии развития зародыша, охарактеризуйте каждую стадию эмбриогенеза. На какой стадии происходит дифференцировка клеток? Сколько зародышевых листков образуется у эмбрионов позвоночных животных?
2. Определите, какие способы и формы размножения характерны для организмов, изображенных на рисунках

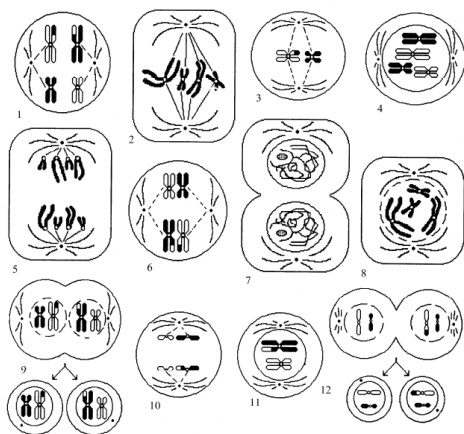


- 1 – олень; 2 – эвглена зеленая; 3 – береза; 4 – гидра; 5 – дрожжи; 6 – мох кукушкин лен; 7 – шляпочный гриб; 8 – амеба; 9 – водоросль улотрикс; 10 – бактерии; 11 – бегония; 12 – ель; 13 – папоротник; 14 – божья коровка

3. В каких случаях в клетках наблюдается репарация. Объясните термин. Перечислите виды репарации. Какой единственный вид репарации идет при воздействии дневного света.

Вариант № 7

1. Число яйцеклеток у разных организмов различно. У рыб число икринок достигает нескольких сотен и тысяч, а у млекопитающих число яйцеклеток невелико, однако млекопитающие процветают. Объясните этот факт.
2. Рассмотрите рисунок. Определите, какие из рисунков соответствуют митозу, а какие -мейозу? Расположите цифры (1-12) в последовательности, соответствующим стадиям митоза и мейоза назовите их.



3. Перечислите несколько теорий старения. Какой из них вы придерживаетесь и почему.

Вариант №8

1. Организмы размножаются как половым, так и бесполом путем. Перечислите основные виды бесполого размножения. Отметьте преимущества и недостатки бесполого размножения. Возможно ли появление генетического разнообразия потомства при бесполом размножении?
2. Почему не белки или углеводы, а именно молекула ДНК обладает способностью к репликации? С какими особенностями строения ДНК это связано? Что такое репликация и прерывистый синтез цепей ДНК? Почему молекула ДНК не реплицируется сразу целиком?
3. Что такое гаметогенез? Какие вы знаете стадии в развитии гамет? Дайте полный ответ

Вариант № 9

1. В чем вы видите принципиальные отличия процесса мейоза от митоза? В чем сходство этих двух типов деления? Если соматическая клетка данного организма имеет 28 хромосом, то сколько хроматид идет к каждому полюсу в анафазе II? Каково число бивалентов в профазе I?
2. Онкогены и гены супрессоры опухолей. Их роль в клеточном цикле
3. Дайте определение понятию апоптоз

Вариант №10

1. Назовите основные ферменты участвующие в процессе репликации. Какую функцию они выполняют?
2. Гастрюляция. Механизмы гастрюляции
3. Какие процессы идут на стадии гастрюляции? Что лежит в основе дифференциации клеток. Назовите три этапа дифференциации клеток

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

Вариант № 1.

1. Что такое эволюция?
2. Доказательства эволюционного процесса, поступающие из сравнительной анатомии.
3. Определение вида.
4. Что включает морфологический критерий вида?
5. Условия, в которых выполняется теорема Харди-Вайнберга.

Вариант №2

1. Перечислите движущие силы элементарных эволюционных процессов (факторы эволюции).
2. Что такое половой отбор?
3. Причины возникновения биологической изоляции.
4. Движущий отбор.
5. Что такое мимикрия?

Вариант №3

1. Приведите примеры покровительственной окраски животных.
2. Аллопатрическое видообразование
3. Дайте определение понятию идиоадаптация.
4. Приведите примеры ароморфозов.
5. Что такое аналогичные органы? Приведите примеры.

Вариант №4

1. Причины возникновения борьбы за существование.
2. Формулировка биогенетического закона.
3. Определение вида.
4. Что включает генетический критерий вида?
5. Формулировка теоремы Харди-Вайнберга.

Вариант №5

1. Что такое дрейф генов?
2. Что такое естественный отбор?
3. Дизруптивный отбор.
4. В чем заключаются физиологические адаптации?
5. Симпатрическое видообразование.

Вариант №6

1. Что такое покровительственная окраска?
2. Приведите примеры мимикрии у животных.
3. Дайте определение понятию ароморфоз.
4. Приведите примеры идиоадаптаций.
5. Что такое гомологичные органы? Приведите примеры.

Вариант №7

1. Дайте определение понятию ароморфоз
2. Что такое естественный отбор?
3. Формулировка биогенетического закона.
4. Что включает морфологический критерий вида?
5. Аллопатрическое видообразование

Вариант №8

1. Доказательства эволюционного процесса, поступающие из сравнительной анатомии.
2. Формулировка теоремы Харди-Вайнберга.
3. Симпатрическое видообразование.
4. Движущий отбор.
5. Что такое половой отбор?

Вариант №9

1. Что такое эволюция?
2. Приведите примеры мимикрии у животных.
3. Формулировка биогенетического закона.
4. Что такое гомологичные органы? Приведите примеры.
5. Что такое дрейф генов?

Вариант №10

1. Причины возникновения биологической изоляции
2. Определение вида.
3. Перечислите движущие силы элементарных эволюционных процессов (факторы эволюции).
4. В чем заключаются физиологические адаптации?
5. Приведите примеры идиоадаптаций.

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-7 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса.

1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Определение жизни. Свойства живого.
2. Определение жизни. Уровни организации жизни.
3. Химический состав живого. Роль воды в живых организмах.
4. Основные органические вещества живого (определения, классификации, функции).
5. Клеточная теория. Цитологические методы исследования
6. История развития представлений о клеточном строении организмов.
7. Сравнительная характеристика про- и эукариот.
8. Строение клеток бактерий.
9. Общий план строения эукариотической клетки.
10. Состав и строение цитоплазматической мембраны.
11. Одномембранные органоиды клетки, их строение и функции.
12. Клеточные лизосомы и пероксисомы.
13. Элементы цитоскелета: состав, строение, функции.
14. Строение и функции микротрубочек. Центриоль животных клеток.
15. Митохондрии и хлоропласты как полуавтономные органеллы.
16. Двумембранные органеллы эукариот: строение и функции.

17. Ядерный аппарат клетки. Уровни упаковки ДНК.
18. Генетический материал эукариот. Особенности структуры.
19. Неклеточные формы жизни. Вирусы.
20. Непрерывность жизни. Хромосомы и их структура. Гаплоидные и диплоидные клетки. Деление клетки.
21. Жизненный цикл клетки. Репликация ДНК.
22. Последовательность событий, происходящих при митотическом делении. Значение митоза.
23. Последовательность событий, происходящих при мейотическом делении. Значение мейоза.
24. Размножение, типы размножения. Бесполое размножение.
25. Половое размножение у позвоночных. Гаметогенез и сперматогенез.
26. Строение гамет. Оплодотворение у животных.
27. Индивидуальное развитие организма. Этапы онтогенеза.
28. Эмбриональный этап онтогенеза (краткое описание стадий).
29. Производные зародышевых листков. Механизмы, обеспечивающие эмбриогенез. Постэмбриональный этап онтогенеза.
30. Основы генетики, наследственность, изменчивость. Методы генетики.
31. Уровни организации наследственного материала эукариот. Ген и его свойства.
32. Закономерности наследования. Законы Менделя. Правило чистоты гамет.
33. Взаимодействие аллельных и неаллельных генов.
34. Определение изменчивости, типы изменчивости, их характеристика.
35. Мутации. Основные положения мутационной теории.
36. Популяционная генетика. Определение микроэволюции, главные понятия и этапы. Популяция.
37. Теорема Харди – Вайнберга, ее следствия, и условия, при которых она выполняется.
38. Факторы, запускающие эволюционный процесс.
39. Естественный отбор в популяции, формы естественного отбора.
40. Вид. Критерии вида. Видообразование.
41. Определение макроэволюции. Закономерности эволюции.
42. Главные направления и пути эволюции.
43. Ароморфозы и идиоадаптации, соотношение в эволюции.
44. Различные теории происхождения жизни на земле. Их историческое значение и современные гипотезы.
45. Доказательства эволюционного процесса.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

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

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

Зачет с оценкой по дисциплине «*Общая биология*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-7 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю»	Министерство науки и высшего образования РФ

Зав. кафедрой биотехнологии, _____В.И. Панфилов «__» _____ 20__г.	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология Дисциплина «Общая биология»

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шлегель Г. Общая микробиология [Текст]: Пер. с нем. / Г. Шлегель, 1987.
2. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии. – М.: Изд-во ДеЛи принт, 2004. – 144 с.

Б Дополнительная литература

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2022. – 333 с.
2. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М., Изд.ДеЛи принт, 2010.
3. Всеволод Емцев, Евгений Мишустин Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253 с.
4. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология: учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа: по подписке.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)

- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 3) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 4) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая микробиология» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Учебная микробиологическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по «Общей микробиологии».

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки

Раздел 1. <u>Основы цитологии.</u>	Знает: Свойства живого. Саморегуляция и уровни организации живых систем Химическую организацию клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции. Биополимеры клетки. Строение и функции органелл клетки. Основные метаболические процессы, происходящие в клетке. Хемо- фотосинтез. Биосинтез белка. Этапы энергетического обмена. Основное содержание и значение периодов жизненного цикла клетки. Митоз и митоз. Мейоз как способ образования половых клеток. Умеет: излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию Владеет: способами нахождения и обработки информации	Оценка за контрольную работу №1 (3-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-ый семестр)
Раздел 2. <u>Размножение и индивидуальное развитие организмов</u>	Знает: Формы размножения организмов. Гаметогенез: сперматогенез и оогенез. Морфологию половых клеток. Спорогенез (микроспорогенез и макроспорогенез). Дифференциацию клеток – факторы и регуляция этого процесса. Оплодотворение. Дробление. Процессы образования зародышевых листков. Гисто и органогенез. Механизмы эмбриогенеза. Тератогенные факторы. Критические периоды онтогенеза. Теории старения Умеет: Выбирать технические средства для решения поставленных задач Владеет: Основной биологической терминологией	Оценка за контрольную работу № 2 (3-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-ый семестр).
Раздел 3. <u>Основы генетики. Теория Эволюции</u>	Знает: основы классической генетики. Понятие о наследственности и изменчивости. Материальные и молекулярные основы наследственности. Основные законы Менделя. Методы генетических исследований. Генетика популяций, микроэволюция, макроэволюция. Закономерности изменчивости: наследственная, модификационная. Мутации. Понятие «норма реакции». Разнообразие живых организмов. Умеет: Применять законы генетики для решения конкретных задач Владеет способами логично интерпретировать полученную	Оценка за контрольную работу № 3 (3-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-ый семестр)

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

**«Общая биология»
основной образовательной программы
19.03.01 «Биотехнология»
Форма обучения: очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая биотехнология»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Общая биотехнология**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и общей микробиологии.

Цель дисциплины – дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека, основанном на использовании биотехнологических объектов (клеток микроорганизмов, растений, животных и т.п.) или молекул (нуклеиновых кислот, белков-ферментов, углеводов, липидов в индивидуальном виде или в виде их смеси, комплексов и пр.) для использования в промышленном производстве, здравоохранении, экологической биотехнологии.

Задачи дисциплины

- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий;
- закрепление знаний по фундаментальным наукам и применение их в практической деятельности в области биотехнологии;
- формирование у студентов целостного представления о современных биотехнологиях;
- формирование у студентов общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.

Дисциплина «**Общая биотехнология**» преподается в 6-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и	ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров.
			ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	

	технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и	для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в</i>
		ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции,	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	
			ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	
			ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	

	растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния	аналитических методик и технологических процессов;		области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий
		ПК-6. Способен осуществлять химико-аналитический и микробиологический контроль в производстве лекарственных средств	ПК-6.1. Знает основные требования российского и международного законодательства к производству биологических лекарственных средств, основные требования правил надлежащей производственной практики ПК-6.2. Умеет проводить производственные процессы и биологический контроль качества лекарственных средств, стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов в соответствии с российскими и международными требованиями ПК-6.3. Владеет методами асептических работ и предотвращения контаминации биофармацевтической продукции	

	окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- экономические критерии оптимизации производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- модели роста и образования продуктов;
- методы культивирования;
- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;
- роли современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

Уметь:

- осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;
- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

Владеть:

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

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:	3,56	128	96
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0	0	0
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0,22	8	6
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Принципиальная схема биотехнологического производства	36	0	12	0	0	0	12	2	3
1.1	Подготовительные стадии	12	0	4	0	0	0	4	0,5	1
1.2	Основная ферментация	12	0	4	0	0	0	4	0,5	1
1.3	Стадии выделения и очистки продукта	12	0	4	0	0	0	4	1	1
2.	Раздел 2. Сырьевая база современной биотехнологии	17	0	8	0	0	0	8	2	2
3.	Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии	91	0	44	0	0	0	44	4	11
3.1	Промышленная биотехнология.	23	0	12	0	0	0	12	2	3
3.2	Экологическая биотехнология.	16	0	8	0	0	0	8	0	2
3.3	Сельскохозяйственная биотехнология	16	0	8	0	0	0	8	2	2
3.4	Медицинская биотехнология.	9	0	4	0	0	0	4	0	1
3.5	Бионанотехнология	9	0	4	0	0	0	4	0	1
3.6	Биогеотехнология и биоэнергетика.	9	0	4	0	0	0	4	0	1
3.7	Биобезопасность.	9	0	4	0	0	0	4	0	1
	ИТОГО	144	0	64	0	0	0	64	8	16
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Предмет биотехнологии. Характеристика различных видов биотехнологической продукции и ее основные потребители.

Раздел 1. Принципиальная схема биотехнологического производства. Основные биообъекты биотехнологии: микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека, получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии. Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление стадий культивирования (биосинтеза), поддержания асептических условий, температуры, pH среды и др. параметров процесса на требуемом уровне, тепло- и массообмена; стадий выделения и очистки продуктов биосинтеза. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

Раздел 2. Сырьевая база биотехнологии. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии, требования к составу и качеству, принципы подбора. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения. Технология получения кислотных и ферментативных гидролизатов растительного сырья. Отходы производства (свекловичная меласса, сульфитный щелок, молочная сыворотка и др.) как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов.

Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии

3.1. Промышленная биотехнология. Производство белка одноклеточных организмов. Проблемы и перспективы. Промышленные штаммы-продуценты. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения. Типовая схема получения ферментных препаратов различного назначения. Типовая схема получения первичных метаболитов: аминокислот, органических кислот, витаминов. Принципы регуляции, обеспечивающие сверхсинтез первичных метаболитов на примере промышленных продуцентов аминокислот. Типовая схема получения вторичных метаболитов на примере антибиотиков медицинского назначения.

3.2. Экологическая биотехнология. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов. Аэробные процессы очистки воздуха и воды. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.

3.3. Сельскохозяйственная биотехнология. Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых; антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы; бактериальных удобрений; стимуляторов роста растений гормональной природы. Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады) и трансгенных растений. Проблемы и перспективы.

3.4. Медицинская биотехнология. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Современные прививочные препараты. Современная классификация вакцинных препаратов. Микробные живые вакцины. Технология получения живых вакцин. Убитые вакцины. Технология получения убитых вакцин. Анатоксины. Технология получения анатоксинов. Сывороточные препараты. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.

Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков. Требования к штаммам, используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.

3.5. Бионанотехнология. Предмет и инструментарий нанобиотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления. Место нанобиотехнологии среди наук естественного профиля. Устройства микро- и нанобиомеханики, в том числе нанороботы, биочипы, наносенсоры. Адресная доставка лекарств. Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры. Наноструктурированные биосовместимые материалы, имплантаты. Молекулярные машины, самосборка нано- и нанобиоструктур, молекулярное моделирование и дизайн функциональных наноструктур и их комплексов с биополимерами. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов. Основные факторы, обуславливающие потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.

3.6. Биогеотехнология и биоэнергетика. Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии: бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов. Методы борьбы с метаном в шахтах. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья. Перспективы производства водорода. Производство тепла аэробным окислением органических веществ (отходов).

3.7. Биобезопасность. Введение Проблемы биобезопасности в биотехнологии и биоинженерии при создании ГМО. Биобезопасность в клеточных, тканевых и органных биотехнологиях. Генетический риск и биобезопасность в биоинженерии. Критерии, показатели и методы оценки биобезопасности. Государственный контроль и регулирование ГМО. Стандартизация в биотехнологии и биоинженерии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;	+		+
2	– принципиальную схему биотехнологического производства;		+	+
3	– экономические критерии оптимизации производства;		+	
4	– особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;		+	
5	– основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;	+		
6	– биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;	+		
7	– закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;	+		+
8	– модели роста клеток и образования продуктов;	+		
9	– методы культивирования;	+		
10	– основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;	+		+
11	– важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;			+
12	– роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.			+
	Уметь:			
13	– осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;	+	+	
14	– выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;	+	+	+
15	– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;	+		

16	– проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;	+		+
17	– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;	+	+	
18	– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;	+		
19	– выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.		+	+
	Владеть:			
20	– методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;		+	
21	– методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	+	+	
22	– методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;	+		+
23	– методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
24	ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	+	+
		ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	+	+

		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	+	+	+
25	ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов;	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	+	+	+
26	ПК-6. Способен осуществлять химико-аналитический и микробиологический контроль в производстве лекарственных средств	ПК-6.1. Знает основные требования российского и международного законодательства к производству биологических лекарственных средств, основные требования правил надлежащей производственной практики	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет проводить производственные процессы и биологический контроль качества лекарственных средств, стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов в соответствии с российскими и международными требованиями	+	+	+

		ПК-6.3. Владеет методами асептических работ и предотвращения контаминации биофармацевтической продукции	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Общая биотехнология*», а также дает знания о современных способах осуществления биотехнологических процессов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 2,5 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Использование комплекса ЭВМ – ферментер для изучения процессов биосинтеза.	8
2	1	Культивирование дрожжей на питательных средах, содержащих углеводные экстракты.	8
3	3	Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки.	8
4	2	Получение 6-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллинацилазы, иммобилизованной в полиакриламидный гель.	8
5	2	Экстракционное извлечение липидов из биомассы.	8
6	2	Комплексная переработка микробного сырья с получением продуктов белковой и нуклеотидной природы.	8
7	2	Основы микробиологического контроля биотехнологических производств	8
8	3	Анализ состава микробной кормовой биомассы.	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Общая биотехнология*» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 16 ч в 6-м семестре плюс 36 ч (подготовка к экзамену). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий CORT
- 3) подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии CORT «Шесть шляп мышления»

Тема: «Технология получения трансгенных растений»

Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)

1. Что представляют собой трансгенные растения?
2. Для чего нужны трансгенные растения?
3. Являются ли трансгенные растения «монстрами» с несбалансированным геномом?
4. Можно ли контролировать, куда встраивается трансгенная ДНК в растениях и может ли она передаваться организмам других видов?
5. Как влияют трансгенные растения на окружающую среду?
6. Как проверяют продукты питания на наличие трансгенных растений?
7. Какие реальные опасности могут нести трансгенные растения?

Белая шляпа (сбор фактов)

Мировое производство трансгенных растений

Риски использования трансгенных растений

Контроль качества генномодифицированных продуктов

Желтая шляпа

Преимущества использования генетически модифицированных продуктов

Черная шляпа

Недостатки использования генетически модифицированных продуктов

Красная шляпа

Выражение эмоционального отношения к проблеме

Зеленая шляпа

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования трансгенных растений

7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии

К практическому занятию по теме: «Организация подготовительных стадий биотехнологического производства».

Порядок выполнения задания:

1. охарактеризовать физико-химический состав используемого субстрата;
2. предложить наиболее приемлемый способ стерилизации субстрата;
3. охарактеризовать морфологические, биохимические, физиологические особенности продуцента;
4. охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта производства;
5. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки посевного материала: условия хранения; количество генераций при размножении посевного материала; условия культивирования посевного материала;
6. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант стерилизации компонентов питательной среды, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации питательной среды.

Задание 1. Производство кормового белка на основе дрожжей *Yarrowia lipolytica* на жиросодержащих отходах мясоперерабатывающих производств

К практическому занятию по теме: «Выбор оптимальных методов выделения БАВ в зависимости от его физико-химических свойств».

Порядок выполнения задания:

- проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения БАВ из культуральной жидкости;
- проанализировать физико-химический состав предложенного в задании БАВ;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод

выделения БАВ;

- подобрать оптимальную схему очистки БАВ в зависимости от его назначения.

Задание 1. Предложить схему выделения и очистки пенициллиновых антибиотиков медицинского назначения;

К практическому занятию по теме: «Решение проблемы утилизации отходов в биотехнологическом производстве»

Порядок выполнения задания

- используя литературные данные и интернет найти сведения о физико-химическом составе отхода, предложенного в задании
- проанализировать физико-химический состав отхода, предложенного в задании.
- Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам утилизации отходов биотехнологических производств
- проанализировать возможность получения из данного отхода побочных продуктов производства
- на основе проведенного анализа составить блок-схему переработки отхода с указанием основных технологических стадий.

Задание 1. Предложить схему утилизации отработанной биомассы продуцента в производстве аминокислот

К практическому занятию по теме: «Принципиальные схемы получения аминокислот как примера первичных метаболитов».

Порядок выполнения задания:

1. дать характеристику морфологических, физиологических и биохимических особенностей штамма-продуцента;
2. на основе анализа схемы биосинтеза целевой аминокислоты дать рекомендации по необходимой ауксотрофности штамма-продуцента;
3. предложить состав среды, условия культивирования и режимы культивирования штамма -продуцента;
4. на основе анализа состава полученной культуральной жидкости, природы целевой аминокислоты и ее назначения предложить оптимальную схему выделения ее из культуральной жидкости

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения триптофана медицинского назначения.

К практическому занятию по теме: «Типовые схемы получения первичных и вторичных метаболитов».

Порядок выполнения задания

- определить первичным или вторичным метаболитом является целевой продукт
- охарактеризовать штамм-продуцент
- предложить условия культивирования штамма-продуцента, обеспечивающие максимальное накопление целевого продукта
- на основе анализа физико-химических свойств целевого продукта предложить схему его выделения из культуральной жидкости или из биомассы продуцента
- охарактеризовать возможные отходы производства и предложить пути их утилизации.

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения тетрациклинового кормового назначения.

К практическому занятию по теме: «Методы аэробной и анаэробной очистки сточных вод»

Порядок выполнения задания

- 1) на основе литературных и интернет-источников дать характеристику сточных вод, предложенных в задании.
- 2) проработать теоретический материал по методам очистки сточных вод
- 3) выбрать и обосновать выбор способа очистки — аэробный или анаэробный
- 4) составить принципиальную схему очистки предложенного стока.

Задание 1. Предложить принципиальную схему очистки сточных вод целлюлозно-бумажного комбината.

К практическому занятию по теме: «Принципиальные схемы получения вакцин различных типов»

Порядок выполнения задания

- 1) изучить теоретический материал по технологии производства вакцин
- 2) на основе изложенного в лекционном курсе теоретического материала определить место предложенной в задании вакцины в системе классификации вакцин
- 3) сделать обоснованный выбор условий получения вакцины
- 4) составить и обосновать принципиальную схему стадий выделения предложенной вакцины и получения ее товарной формы.

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения живой вакцины против вируса гриппа

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 40 баллов, по 15 баллов за 1-ю и 2-ю работу и 10 баллов за 3-ю.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Вариант № 1.

БАВ в определенных условиях, не вызывая его заметной дезактивации, растворимо в органических растворителях, диссоциирует в воде, способно образовывать малорастворимые соединения со щелочно-земельными и тяжелыми металлами. Какой технологический прием вы могли бы предложить для его выделения из КЖ в производстве высокоочищенного препарата вышеуказанного БАВ? Коротко обоснование Вашего выбора и перечень основных стадий предварительной подготовки КЖ к переработке.

Вариант № 2.

Крупнотоннажное производство БАВ микробиологическим синтезом с системой очистки ГВВ от клеток продуцента и продуктов ферментации. Применяемая система очистки – высокоэффективна. Насколько, по Вашему мнению, необходима установка фильтра для отработанного воздуха на выходе потока из ферментера в таких условиях? Выберите ответ: да или нет. Кратко дайте обоснование Вашему выбору.

Вариант № 3

Крупнотоннажное производство БАВ микробиологическим синтезом. Технология получения промышленного продуцента в производственных условиях такова, что его можно выращивать в 2 – 6 генераций. Каким, по Вашему мнению, может быть оптимальное число возможных генераций производственного штамма и почему? Обоснуйте Ваш выбор.

Вариант № 4.

Выделение БАВ из КЖ методом ионного обмена возможно в статических и динамических условиях работы ионитовых фильтров. Отчего, по Вашему мнению, может зависеть выбор того или иного режима их работы? Ответ должен быть максимально кратким.

Вариант № 5.

Небольшое микробиологическое производство, основанное на аэробной ферментации, находится в черте города. Выберите для него одну из следующих схем очистки ГВВ:

- 1) высокоэффективная схема очистки от клеток продуцента, основанная на использовании труб Вентури и скрубберов мокрой очистки.
- 2) Схема очистки, использующая адсорбционные приемы очистки ГВВ.

Кратко обоснуйте сделанный Вами выбор.

Вариант № 6.

В технологии выделения БАВ из КЖ принято решение использовать метод осаждения целевого продукта из водной среды. Какие, по Вашему мнению, могут быть использованы стадии предварительной обработки КЖ? Какую цель они преследуют? Каковы последующие, на Ваш взгляд, стадии переработки осадков БАВ должны иметь место прежде, чем перейти к этапу получения высокоочищенного препарата? Коротко изложите только основную идею технологии предварительной переработки технического осадка БАВ.

Вариант № 7

Высокомолекулярное БАВ может образовывать осадки в области среднещелочных значений pH при осаждении солями металлов кальция, магния и переменной валентности. Оно также обладает ИЭТ в области кислых значений pH среды и также может быть выделено осаждением. В том и другом случае БАВ склонно к инаktivации. Какому из двух технологических приемов Вы отдали бы предпочтение с точки зрения получения максимума выхода целевого продукта? Что бы Вы рекомендовали в качестве предварительной стадии переработки исходного сырья БАВ.

Вариант № 8.

Низкомолекулярное БАВ предстоит выделять методом ионного обмена. От каких, по Вашему мнению, соединений в первую очередь необходимо очистить нативный раствор, чтобы провести ионный обмен наиболее эффективно? Какие технологические приемы на этом пути возможно использовать?

Вариант № 9.

Низкомолекулярное БАВ предстоит выделять методом экстракции органическим растворителем. От каких, по Вашему мнению, соединений в первую очередь необходимо очистить нативный раствор, чтобы провести экстракцию наиболее эффективно? Какие технологические приемы при этом можно использовать?

Вариант № 10.

Среди баромембранных технологий наиболее распространены методы микро- и ультрафильтрации, в меньшей степени (существенно) – метод обратного осмоса. Почему? И где все-таки наиболее эффективным оказывается в биотехнологии применение обратного осмоса?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Вариант № 1.

В производстве аминокислот чаще всего используются продуценты – бактерии вида *Brevibacterium flavum* и *Corynebacterium glutamicum*. Предложите, по крайней мере, два варианта возможной утилизации отработанных клеток производственных культур.

Вариант № 2.

В технологиях, использующих клетки грибных штаммов-продуцентов, чаще всего остается отработанная биомасса микроскопических грибов. Возможен ли способ ее превращения в товарную продукцию.

Вариант № 3.

В пищевой, кожевенной и микробиологической промышленности существуют белоксодержащие отходы. Возможна ли, по Вашему мнению, их переработка в ценную товарную продукцию? Если возможна, предложите, возможные технологии трансформации отходов в конкурентоспособную продукцию.

Вариант № 4.

Независимо от экономической ситуации в отдельно взятой стране производство кормового белка на основе дрожжей нерентабельно. В России оно возможно только на базе спиртового производства, которое тоже экономически страдает, поскольку вынуждено выпускать кормовые дрожжи. Возможно ли повысить общую рентабельность вышеуказанного совместного производства? Если возможно, то каким путем следует идти в части его реорганизации?

Вариант № 5.

Очищенный кристаллический ксилит выпускают в виде 2-х продуктов для пищевых целей и медицинского назначения для производства препаратов для парентерального питания. Какое существенное отличие в технологии их производства и чем оно обусловлено? Можете ли Вы привести еще один пример из числа сахаров, пригодных для приготовления препаратов медицинского назначения? Глюкоза и сахароза для этих целей не используются. Почему?

Вариант № 6.

Что, по Вашему мнению, определяет ценность белковых изолятов и концентратов? В чем принципиальная разница между ними, если содержание в них белковых веществ не ниже 80%?

Вариант № 7.

В производстве этанола из зерно-картофельного сырья образуется отход – зерно-картофельная барда. Что она в себя включает? Укажите возможные пути ее утилизации в товарную продукцию методами биотехнологии.

Вариант № 8.

Для производства треонина используют генно-инженерный штамм *E. coli*. Укажите возможные пути ее утилизации в товарную продукцию методами биотехнологии.

Вариант № 9

Перечислите основные стадии получения трансгенного растения, устойчивого к вредным насекомым.

Вариант № 10

Предложите способы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Вариант № 1

Что такое пассивная иммунная защита организма человека? Какие медицинские препараты используются для этого?

Вариант № 2

Перечислите основные особенности конструирования живых вакцинных препаратов. Приведите примеры таких препаратов.

Вариант № 3

Перечислите особенности конструирования убитых вакцинных препаратов. Приведите примеры таких препаратов.

Вариант № 4

Рассмотрите не менее 2-х примеров использования генно-инженерных объектов в медицинских биотехнологиях.

Вариант № 5

Применение бионанотехнологии в химическом и иммуноферментном анализе.

Вариант № 6.

Нормофлоры. Особенности конструирования препаратов и требования к ним.

Вариант № 7

Технология получения биосенсоров.

Вариант № 8

Что такое адресная доставка лекарств? Приведите примеры технологии получения нанолекарств.

Вариант № 9

В чем различие между биотопливом 1-го, 2-го и 3-его поколения?

Вариант № 10

Технология создания биоселективных датчиков.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-й семестр – экзамен).

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

1. Определение медицинской биотехнологии. Задачи, которые решает медицинская биотехнология. Значение биотехнологии для медицины.

2. Определение бионанотехнологии. Основные принципы создания препаратов нанолекарств. Их преимущества по сравнению с традиционными препаратами. Перспективы их использования.

3. Бионанотехнологии. Понятие о биомиметике и перспективы ее использования.

4. Экстенсивные методы аэробной очистки сточных вод.

5. Интенсивные методы аэробной очистки сточных вод.

6. Анаэробная очистка сточных вод.

7. Современные прививочные препараты. Препараты, используемые для пассивной иммунной защиты организма.

8. Современные прививочные препараты. Убитые вакцины, особенности конструирования. Технология получения убитых вакцин.

9. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости баромембранными методами.

10. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом ионного обмена.

11. Сырьевая база для производства кормового белка одноклеточных.

12. Типовая схема биотехнологического производства. Подготовительные стадии.

13. Типовая схема биотехнологического производства. Стадия культивирования или основной ферментации.

14. Методы отделения микробной биомассы от культуральной жидкости.

15. Микробиологические удобрения и средства защиты растений - основные характеристики и принципы действия.

16. Применение генной инженерии в растениеводстве.

17. Аэробные процессы очистки сточных вод.

18. Принципы получения полусинтетических антибиотиков.

19. Принципы построения технологической схемы получения бактериальных удобрений поверхностным способом.

20. Сырьевая база биотехнологии – проблемы и перспективы.

21. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом экстракции.
22. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом ионного обмена.
23. Основы технологии получения экзоферментов микробиологическим синтезом.
24. Основы технологии получения гексоз из растительного сырья.
25. Основы технологии получения основных аминокислот микробиологическим синтезом.
26. Основы технологии получения нейтральных аминокислот микробиологическим синтезом.
27. Основы технологии получения пентозной фракции растительного сырья.
28. Технология получения препаратов, нормализующих микрофлору кишечника человека.
29. Основы технологии получения грибных энтомопатогенов.
30. Основные принципы построения технологической схемы получения бактериальных удобрений – источников азота и БАВ для сельскохозяйственных растений.
31. Основные принципы построения технологической схемы получения свекловичной мелассы как источника углеводов для микробиологической промышленности

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (6-й семестр).

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

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И.Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	19.03.01 Биотехнология
	Профиль – «Биотехнология»
Дисциплина «Общая биотехнология»	
Билет № 1	
1. Типовая схема биотехнологического производства. Подготовительные стадии	
2. Основы технологии получения кислых аминокислот микробиологическим синтезом.	
3. Сырьевая база для производства кормового белка одноклеточных.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.

2. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.

Б. Дополнительная литература

1. Галынкин, В. А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов : Справочник / В. А. Галынкин и др. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. - ISBN 978-5-903090-01-X. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978590309001X.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 3) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Для изучения дисциплины необходимо наличие учебной лаборатории, оборудованной: весами техническими и аналитическими; роторными испарителями; магнитными мешалками различных типов; рН-метрами; сушильными шкафами; ультразвуковыми банями; вакуумными насосами; дистилляторами; оборудованием для хроматографии; оборудованием для электрофореза; ИК-ВИД спектрофотометры, а также библиотеки, имеющей рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Принципиальная схема биотехнологического производства	<i>Знает:</i> - основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; - основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;	Оценка за контрольную работу №1 (6-й семестр) Оценка за экзамен (6-й семестр)

	биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; - закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; - модели роста клеток и образования продуктов; - методы культивирования; основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа. <i>Умеет:</i> - осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; - осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; - проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; - использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; - определять параметры сырья и продукции при их сертификации. <i>Владеет:</i> - методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; - методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; - методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	
Раздел 2.	<i>Знает:</i>	

Сырьевая база биотехнологии	- принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; - особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов. <i>Умеет:</i> - осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; - выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; - использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; - выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> - методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; - методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; - методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №2 (6-й семестр) Оценка за экзамен (6-й семестр)
Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии	<i>Знает:</i> - основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; - принципиальную схему биотехнологического производства; - закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; - основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;	Оценка за контрольную работу №3 (6-й семестр) Оценка за лабораторный практикум (6-й семестр) Оценка за экзамен (6-й семестр)

	- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии; - роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности. <i>Умеет:</i> - выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; - проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; - выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> - методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; - методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Общая биотехнология»**

основной образовательной программы

19.03.01 Биотехнология

«Биотехнология»

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая микробиология»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.б.н., профессором кафедры биотехнологии Н.Б. Градовой
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии В.Д. Грошевой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.
Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Общая микробиология»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биологии и биохимии.

Цель дисциплины - дать студенту целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, строении клетки, как элементарной единицы живого, об обмене веществ и превращении энергии в клетке, об особенностях микроорганизмов, которые являются одними из основных объектов биотехнологии, о разнообразии процессов метаболизма и биосинтетических процессов, закономерностях роста и способах культивирования микроорганизмов, об основах генетики микроорганизмов, о методах селекции, о роли микроорганизмов в природе, об участии в круговороте веществ.

Задачи дисциплины:

- получение знаний в области прикладных аспектов микробиологии, использования микроорганизмов в биотехнологии;
- овладение основными приёмами микробиологической техники;
- получение практических знаний в области требований микроорганизмов для роста и развития, направленных биосинтетических процессов в клетке;
- овладения приёмами культивирования микроорганизмов и методами определения параметров их роста, методами микробиологического контроля биотехнологических процессов и санитарно-гигиенической оценки окружающей среды;

Дисциплина **«Общая микробиология»** преподаётся в 5-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий;	ПК-2 - Способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции,	ПК – 2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов
			ПК – 2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	
			ПК – 2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	

анализе сырья и продуктов.	– разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы,	аналитических методик и технологических процессов		по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и
		ПК-6. Способен осуществлять химико-аналитический и микробиологический контроль в производстве лекарственных средств	ПК-6.1. Знает основные требования российского и международного законодательства к производству биологических лекарственных средств, основные требования правил надлежащей производственной практики ПК-6.2. Умеет проводить производственные процессы и биологический контроль качества лекарственных средств, стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов в соответствии с российскими и международными требованиями ПК-6.3. Владеет методами асептических работ и предотвращения контаминации биофармацевтической продукции	

	клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния			социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/01.6 – Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. А/03.6 – Контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом. В. Управление действующими технологическими процессами и производством. В/01.6 – Руководство участком по производству БАВ. В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии. Профессиональный стандарт

	окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном

				производстве лекарственных средств. A/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств. A/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. A/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. Профессиональный стандарт

				«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение научных исследований,	Область профессиональной деятельности:	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе:	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым

аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	– получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур,	биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях	к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об

	получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		окружающей среды.	образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для
			ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	

		ПК-4 – способен провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции in vitro, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий»</i>, утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i> утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 июля 2020 года N 441н.

			ПК-4.2. Владеет основными методами селекции <i>in vitro</i> с учетом специфики методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ В. Управление действующими биотехнологическими процессами и производством С. Разработка предложений по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;
- закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов;
- особенности метаболизма микроорганизмов и типы биологического окисления;
- основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов;
- роль микроорганизмов в природе.

Уметь:

- подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля;
- определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков;
- разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;
- выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологическими свойствами.

Владеть:

- основами микробиологической техники.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,45	160	120
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,55	20	15
Контактная самостоятельная работа	0,55	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,6	14,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг	Практич еские занятия	в т.ч. в форме пр. подг	Лаборат орные работы	в т.ч. в форме пр. подг	Самосто ятельная работа
1	Биология протистов.	38	0	12	0	8	0	13	0	5
2	Рост и культивирование микроорганизмов	53	0	16	0	8	0	24	0	5
3	Метаболизм микроорганизмов.	50	0	24	0	8	0	13	0	5
4	Экология микроорганизмов	39	0	12	0	8	0	14	0	5
	ИТОГО:	180	0	64	0	32	0	64	0	20

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Биология протистов.

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Роль в природе и практической деятельности человека. Биология протистов (микроворосли, грибы, простейшие, бактерии, вирусы): особенности строения клеток прокариот и эукариот, органеллы и их функции. Принципы классификации, особенности питания и отношения к условиям окружающей среды. Экология.

Раздел 2. Рост и культивирование микроорганизмов. Типы питания микроорганизмов, поступление питательных веществ в клетку. Влияние факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Виды и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов. Рост микроорганизмов, способы измерения роста. Методы культивирования: периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток. Кривая роста. Понятие о диауксии роста.

Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов. Обмен веществ, как совокупность реакций катаболизма и анаболизма. Особенности электронтранспортных систем различных групп микроорганизмов. Типы биологического окисления (аэробное дыхание, анаэробное дыхание, брожение). Аэробное окисление органических веществ и неорганических соединений. Разнообразие окисляемых органических субстратов (белки, целлюлозосодержащие, углеводороды, C-1 соединения и др.). Неполное окисление, трансформация. Практическое значение этих процессов. Анаэробное разложение органических веществ. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы микроорганизмов.

Раздел 4. Экология микроорганизмов. Распространение микроорганизмов в биосфере. Формы взаимоотношений микроорганизмов. Микроорганизмы и биота. Виды изменчивости микроорганизмов. Типы естественного отбора. Понятие о селекции микроорганизмов и генноинженерных штаммах.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	Особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;	+			
2	Закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов		+		+
3	особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов			+	
4	основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов				+
5	роль микроорганизмов в природе		+	+	+
	Уметь:				
6	подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля		+	+	+
7	определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков;			+	
8	Разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;				+
9	выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологически свойствами.			+	+
	владеть:				
10	основами микробиологической техники; и методами работы			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
11	ПК-2 - Способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль	ПК – 2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК – 2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+

	биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов	ПК – 2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	+	+	+	+
12	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы	+		+	+

		организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.				
		ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	+	+	+	+
13	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	+	+		+

		ПК-4.2. Владеет основными методами селекции <i>in vitro</i> с учетом специфики методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	+	+	+	+
15	ПК-6. Способен осуществлять химико-аналитический и микробиологический контроль в производстве лекарственных средств	ПК-6.1. Знает основные требования российского и международного законодательства к производству биологических лекарственных средств, основные требования правил надлежащей производственной практики	+	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет проводить производственные процессы и биологический контроль качества лекарственных средств, стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов в соответствии с российскими и международными требованиями	+	+	+	+
		ПК-6.3. Владеет методами асептических работ и предотвращения контаминации биофармацевтической продукции	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	1	Строение клеток эукариот и прокариот. Важнейшие органеллы клетки.	8
2	2	Типы питания микроорганизмов.	3
3	2	Краткая характеристика отдельных групп микроорганизмов.	3
4	2	Понятие о накопительных и чистых культурах микроорганизмов.	3
5	2	Методы культивирования микроорганизмов. Кривая роста. Диауксия.	3
6	3	Типы биологического окисления.	3
7	3	Катаболические процессы у микроорганизмов.	3
8	4	Основные понятия о селекции микроорганизмов и генной инженерии	3
9	4	Участие микроорганизмов в круговороте веществ в природе	3
Итого			32

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине **«Общая микробиология»**, а также дает знания о практическом использовании микроорганизмов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 2 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Устройство микроскопа. Микроскопия в светлом поле. Способы приготовления препаратов.	3
2	1	Морфология бактерий и цианобактерий. Приготовление 6-7 фиксированных препаратов. Методы микроскопии.	5
3	1	Морфология актиномицетов. Приготовление препаратов живых клеток – раздавленная капля. Приготовление препарата "отпечаток". Морфология грибов. Приготовление 6-7 препаратов раздавленная капля. Морфология простейших. Приготовление препарата "висячая капля" и раздавленная капля инфузории. Морфология одноклеточных водорослей. Приготовление препаратов "висячая и раздавленная капля" хлореллы и др.	5

4	2	Окраска бактерий по Граму (4 объекта). Определение размеров клеток дрожжей с помощью микрометрического винта. Окраска включений, запасных питательных веществ (полисахаридов, полифосфатов и жироподобных веществ). Определение живых и мертвых клеток методом окраски.	12
5	2	Подготовка питательных сред и посуды для культивирования микроорганизмов. Посев микроорганизмов в жидкие питательные среды; на поверхность твердых сред. Техника (скошенная среда, чашки Петри, рассев шпателем).	12
6	3	Способы культивирования микроорганизмов. Снятие кривой роста при глубинном периодическом культивировании.	4
7	3	Определение значения для роста микроорга низмов элементов питательной среды. Методы определения роста микроорганизмов: турбидиметрический метод; подсчет клеток с помощью счетной камеры; подсчет жизнеспособности клеток путем посева на твердые среды (метод Коха) Определение обсемененности воздуха, воды, , рабочих поверхностей.	4
8	3	Выделение чистой культуры (метод Коха). Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам (метод бумажных дисков).	5
9	4	Получение накопительных культур микроорганизмов (5-6 различных групп микроорганизмов), разрушающих целлюлозу, денитрификаторов, аммонификаторов, азотфиксаторов. Определение антагонистической активности микроорганизмов (метод штрихов).	7
10	4	Микробиологические методы исследования объектов окружающей среды и техногенных потоков.	7

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 40 баллов и составляет по 10 баллов за первую и третью работу, 20 баллов – за вторую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 1 вопрос из 18 позиций теста по каждому объекту.

Объект тестирования определяется индивидуально каждому студенту. Выделяются все признаки и свойства, относящиеся к заданному объекту.

1. Тип строения клетки
 - а) эукариотический
 - б) прокариотический
2. Тип клеточной организации
 - а) одноклеточная
 - б) многоклеточная
 - в) ценоцитная
3. Строение генетического аппарата
 - а) ядро
 - б) эквивалент ядра, нуклеоид
 - в) внехромосомные элементы
4. Количество хромосом
 - а) 1
 - б) 10
 - в) больше одной
5. Морфология организма
 - а) кокковидная
 - б) палочковидная
 - в) извитая
 - г) нитчатая
 - д) овальная
 - е) мицелиальная
6. Размер организма
 - а) 1-2 мкм
 - б) меньше 1 мкм
 - в) 4-6 мкм
 - г) равен или больше 10 мкм
7. Органеллы клетки
 - а) рибосомы 70s
 - б) рибосомы 80s
 - в) аппарат Гольджи
 - г) эндоплазматический ретикулум
 - д) митохондрии
 - г) мезосомы
 - е) вакуоли пищеварительные
8. Запасные питательные вещества
 - а) крахмал
 - б) неорганические соединения
 - в) липиды
 - г) гликоген
9. Компоненты клеточной стенки

- а) целлюлоза
 - б) хитин
 - в) муреин
 - г) тейхоевые кислоты
10. Строение клеточной стенки
- а) клеточная стенка отсутствует
 - б) многослойное
 - в) однослойное – муреин
11. Характерные специализированные структуры
- а) цисты
 - б) эндоспоры
 - в) половые споры
12. Тип размножения
- а) половой
 - б) бесполой
 - в) вегетативный
13. Способ размножения
- а) бинарное деление перетяжкой
 - б) бинарное деление перегородкой
 - в) почкование
 - г) деление в одной плоскости
 - д) деление в трёх плоскостях
 - е) деление в произвольных плоскостях
14. Типы питания
- а) фототрофный
 - б) гетеротрофный осмофильный
 - в) гетеротрофный галозойный
15. Механизм поступления питательных веществ в клетку
- а) эндоцитоз
 - б) пассивная диффузия
 - в) облегчённая диффузия
 - г) активный транспорт
16. Классификация основана
- а) на способах передвижения
 - б) на строении органов образования половых клеток
 - в) на химическом составе клеток
 - г) на морфологии клеток
 - д) на строении клеточной стенки
17. Локализация электронтранспортной цепи
- а) в митохондриях
 - б) на цитоплазматической мембране
18. Среда преимущественного обитания
- а) почва
 - б) водные объекты
 - в) скальные породы
 - г) организм животных и человека

Перечень объектов для тестирования:

- фотосинтезирующий организм, не имеющий митохондрий;

- фотосинтезирующий организм, имеющий митохондрии;
- организм, не имеющий клеточной стенки;
- организм, обладающий фагоцитарным типом питания;
- актиномицеты;
- дрожжи рода *Candida*,
- *Saccharomyces cerevisiae*,
- *E. coli*,
- *Pseudomonas putida*,
- *Bacillus cereus*,
- *Streptococcus lactis*,
- *Aspergillus niger*,
- *Penicillium notatum*,
- *Tetrahymena peryformis*

Разделы 2-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за 3-ий.

Вариант 1

1. Определить прирост биомассы при периодическом режиме культивирования бактерий за время 4 часа, если удельная скорость роста культуры 0.33 1/ч., а начальная концентрация биомассы 4 г/л.
2. При непрерывном культивировании в питательной среде, подаваемой со скоростью 60 л/ч, концентрация н- алканов составляет 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 12 г/л., полезный объём ферментёра 300 л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов, время генерации и выход биомассы от заданного субстрата.
3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Дрожжи термотолерантные, для очистки морских акваторий от нефтяной плёнки

Вариант 2

1. Определить прирост биомассы при периодическом режиме культивирования бактерий за время 4 часа, если удельная скорость роста культуры 0.33 1/ч., а начальная концентрация биомассы 4 г/л.
2. В условиях непрерывного культивирования скорость протока среды составляет 0.25 1/ч, концентрация биомассы в ферментёре - 2%. Содержание субстрата – 3%. Рассчитать выход биомассы от заданного субстрата, и время генерации культуры.
3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Бактерии термотолерантные для очистки морей от нефтяной плёнки

Вариант 3

1. Определить время генерации дрожжей при периодическом культивировании, если в логарифмической фазе роста содержание биомассы за 2 часа увеличилось в 4 раза
2. В условиях непрерывного культивирования полезный объём ферментёра -450 л, скорость поступления питательной среды 90 л/ч, концентрация источника углерода (н- алканов) в подаваемой среде - 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 14 г/л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов и выход биомассы от заданного субстрата.
3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Бактерии для очистки северных морей от нефтяной плёнки;

Вариант 4

1. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации микроорганизмов при периодическом культивировании, если в 11 часов концентрация биомассы была 10^6 клеток/мл, а 15 часов- 10^8 кл/мл.

2. В условиях непрерывного культивирования рассчитать скорость протока среды в ферментёре, удельную скорость роста культуры и время генерации, если полезный объём ферментёра – 250 л., а скорость подачи питательной среды 50 л/ч.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Цианобактерии термофильные, азотфиксирующие;

Вариант 5

1. Рассчитать выход биомассы, удельную скорость роста и время генерации штамма при периодическом культивировании, если в среде содержится 1.4% алканов, концентрация биомассы на 5-ом часу культивирования была 3 г/л, а на 12-ом часу -10 г/л.

2. В условиях непрерывного культивирования рассчитайте время генерации штамма и выход биомассы, если скорость протока среды в ферментёре 0.4 л/ч, концентрация источника углерода в подаваемой среде 2%, а концентрация биомассы 10 г/л.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Дрожжи термофильные для очистки сточных вод, загрязнённых фенолом;

Вариант 6

1. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации культуры микроорганизмов при периодическом культивировании, если в 11 часов плотность популяции составляла 10^4 кл/мл, а в 15 часов - 10^8 кл/мл.

2. В условиях непрерывного культивирования полезный объём ферментёра 300 л, скорость поступления питательной среды 60 л/ч. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации культивируемого штамма.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Одноклеточные водоросли, устойчивые к тяжёлым металлам;

Вариант 7

1. Рассчитать время генерации бактерий при периодическом культивировании, если за время 2 часа в логарифмической фазе роста прирост биомассы составил 4 г/л при начальном содержании 1,5 г/л.

2. При непрерывном культивировании в питательной среде, подаваемой со скоростью 60 л/ч, концентрация н- алканов составляет 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 12 г/л., полезный объём ферментёра 300 л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов, время генерации и выход биомассы от заданного субстрата.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Микроорганизмы для очистки сточных вод производства пенициллина;

Вариант 8

1. Начертить кривые усвоения субстрата микроорганизмами, рост которых характеризуется данной кривой роста, и рассчитать удельную скорость роста при их потреблении.

2. В условиях непрерывного культивирования рассчитать скорость протока среды в ферментёре, удельную скорость роста культуры и время генерации, если полезный объём ферментёра – 250 л., а скорость подачи питательной среды 50 л/ч.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: микроорганизмы, устойчивые к тяжёлым металлам;

Вариант 9

1. Определить время генерации дрожжей при периодическом культивировании, если в логарифмической фазе роста содержание биомассы за 2 часа увеличилось в 4 раза

2. При непрерывном культивировании в питательной среде, подаваемой со скоростью 60 л/ч, концентрация н- алканов составляет 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 12 г/л., полезный объём ферментёра 300 л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов, время генерации и выход биомассы от заданного субстрата

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Микроорганизмы, способные развиваться на отходах молочных комбинатов (молочной сыворотке).

Вариант 10

1. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации микроорганизмов при периодическом культивировании, если в 11 часов концентрация биомассы была 10^6 клеток/мл, а 15 часов- 10^8 кл/мл.

2. В условиях непрерывного культивирования полезный объём ферментёра 300 л, скорость поступления питательной среды 60 л/ч. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации культивируемого штамма

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Микроорганизмы для ускорения процессов компостирования отходов овощных баз

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

Вариант 1

1. Микробиологические процессы, протекающие при разложении крахмала в аэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращений молекулярной серы.

Вариант 2

1. Микробиологические процессы, протекающие при разложении целлюлозы в анаэробных условиях.

2. Процессы азотфиксации в анаэробных условиях.

Вариант 3

1. Микробиологические процессы, протекающие при разложении мёртвой древесины.

2. Микробиологические превращения сероводорода.

Вариант 4

1. Микробиологические процессы разложения ксилана в анаэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращений сульфатов в анаэробных условиях.

Вариант 5

1. Микробиологические процессы разложения гемицеллюлозы в анаэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращения нитратов в аэробных и анаэробных условиях.

Вариант 6

1. Микробиологические процессы разложения пектина в анаэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращения нитратов в аэробных условиях.

Вариант 7

1. Микробиологические процессы разложения жиросодержащих субстратов в аэробных условиях.

в

2. Микробиологические процессы превращения сульфатов в анаэробных условиях.

Вариант 8

1. Микробиологические процессы разложения белков в анаэробных условиях.
2. Микробиологические процессы превращения сульфатов в аэробных условиях.

Вариант 9

1. Микробиологические процессы превращения лактозы в анаэробных условиях.
2. Микробиологические процессы образования сероводорода в анаэробных условиях.

Вариант 10

1. Микробиологические процессы превращения метана в аэробных условиях.
2. Микробиологические процессы превращения сероводорода в аэробных условиях.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5-й семестр – зачет с оценкой).

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

1. Предмет и задачи микробиологии
 2. Мир микроорганизмов. Положение в биологическом мире. Общие признаки и разнообразие.
 3. Строение клетки эукариотов и прокариотов
 4. Морфология и размножение микроорганизмов
 5. Питание микроорганизмов
 6. Действие физических и химических факторов на микроорганизмы
 7. Рост и культивирование микроорганизмов
 8. Способы получения микроорганизмами энергии и пути ее трансформации
 9. окисление органических соединений. Анаэробное окисление. Брожение.
 10. Анаэробное окисление органических субстратов с использованием неорганических акцепторов водорода (анаэробное дыхание)
 11. Аэробное окисление органических веществ (дыхание)
 12. Окисление одноуглеродных соединений
 13. Неполное окисление органических субстратов
 14. Трансформация органических веществ микроорганизмами
 15. Использование лучистой энергии
 16. Окисление неорганических соединений
 17. Процессы биосинтеза (синтез белка и нуклеиновых кислот. ассимиляционная нитрат редукция, фиксация молекулярного азота, ассимиляционная сульфатредукция)
- Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит три вопроса.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (5-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «**Общая микробиология**» проводится в 5-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из трех вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, _____В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 «Биотехнология»
	Дисциплина «Общая микробиология»
Билет № 1	
1. Морфология прокариот (размер, морфология, эндоспоры и др. покоящиеся формы). 2. Пропионово-кислое брожение. Микроорганизмы-продуценты. Химизм брожения. Практическое значение. 3. Участие микроорганизмов в превращении азота в природе.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шлегель Г. Общая микробиология [Текст]: Пер. с нем. / Г. Шлегель, 1987.
2. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии. – М.: Изд-во ДеЛи принт, 2004. – 144 с.

Б. Дополнительная литература

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2022. – 333 с.
2. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М., Изд.ДеЛи принт, 2010.
3. Всеволод Емцев, Евгений Мишустин Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253 с.
4. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология: учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа: по подписке.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.

- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 3) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 4) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая микробиология» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Учебная микробиологическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по «Общей микробиологии».

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

				версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Биология протистов	Знает: особенности строения клеток про- и эукариотических организмов; Умеет: Готовить препараты для микроскопирования и микроскопировать	Оценка за контрольную работу №1 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр) Оценка за зачет (5-ый семестр)
Раздел 2. Рост и культивирование микроорганизмов	Знает: закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов Умеет: подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля; разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;	Оценка за контрольную работу №2 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)
Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов	Знает: особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов Умеет: выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологически свойствами.	Оценка за контрольную работу №1 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр) Оценка за зачет (5-ый семестр)
Раздел 4. Экология микроорганизмов	Знает: роль микроорганизмов в природе, основы селекции микроорганизмов	Оценка за контрольную работу №3 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)

	Умеет: определить микробные компоненты биоценоза; осуществить микробиологический контроль.	Оценка за зачет (5-ый семестр)

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Общая микробиология»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы биокинетики»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы биокинетики»** относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии, физической химии.

Цель дисциплины – ознакомление с современными подходами к математическому описанию биохимических и микробиологических процессов. Освоение основных подходов анализа и составления кинетических моделей, протекающих в реальных системах, биохимических реакций и микробиологических процессов. По окончании изучения дисциплины и успешной сдачи зачета студенты должны иметь полное представление об основных законах и методах ферментативной кинетики и биокинетики.

Задачи дисциплины – ознакомление студентов с современными подходами к кинетическому описанию ферментативных реакций и моделированию роста микробных популяций при различных условиях окружающей среды, в том числе влияние на них отдельных внешних факторов.

Дисциплина **«Основы биокинетики»** преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности:	ПК-3. Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров.

	– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в</i>

			ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа;
- положения теории Михаэлиса-Ментен;
- механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов;
- влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций;
- особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов;
- основные способы иммобилизации ферментов;
- особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов;
- кинетические особенности роста микробных популяций;
- различные типы кинетических моделей роста микробных популяций;
- влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций;
- варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание;
- кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций, взаимодействующих по принципу хищник-жертва.

Уметь:

- определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов;
- определять тип ингибирования ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований;
- находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибировании субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента;
- рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций;
- составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза;
- определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста.

Владеть:

- методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов;
- методами графического анализа экспериментальных данных ферментативных реакций, протекающих в реальных растворах;
- методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза;
- методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,33	12	9
Контактная самостоятельная работа	0,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		11,6	8,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме практ. подг.	Лаборат орные занятия	в т.ч. в форме практ. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение.	2	0	2	0	0	0	0	0	0
1	Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ.	31	0	18	0	9	0	0	0	4
2	Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.	39	0	24	0	11	0	0	0	4
3	Раздел 3. Кинетика роста популяций.	36	0	20	0	12	0	0	0	4
	ИТОГО	108	0	64	0	32	0	0	0	12

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет и задачи биологической кинетики, ее связь с родственными дисциплинами. Значение биологической кинетики для биотехнологии. История развития ферментативной кинетики и биокинетики.

Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ.

Строение и классификация ферментов. Коферменты, кофакторы. Сравнение ферментов с катализаторами. Молекулярные механизмы ферментативного катализа.

Основные положения теории фермент-субстратного комплекса. Вывод дифференциальной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бригса-Холдейна. Типы координат, используемые для анализа кинетических констант биохимических реакций в биотехнологии.

Понятие об ингибиторах/активаторах. Однокомпонентное (полностью конкурентное, полностью неконкурентное) ингибирование. Графическая интерпретация ингибирования в координатах Лайнуивера-Берка, Диксона. Двухкомпонентное полностью конкурентное (взаимозависимое, взаимонезависимое) ингибирование, полностью неконкурентное взаимозависимое ингибирование.

Вывод уравнения и особенности нахождения каталитических констант в случаях обратимой изомеризации фермента в неактивную форму, ингибирования субстратом, активации фермента.

Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.

Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Особенности ее графической интерпретации в случае ингибирования продуктом. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен в случае необратимой инактивации фермента. Влияние pH на скорость ферментативных реакций.

Стационарная и нестационарная кинетика (особенности и аппаратное оформление методов, их достоинства и недостатки).

Иммобилизованные ферменты – достоинства и недостатки. Роль носителя при использовании иммобилизованных ферментов. Диффузионные ограничения в катализе иммобилизованными ферментами (иммобилизация в порах, профиль концентраций). Модуль Тиле. Способы устранения диффузионных ограничений.

Раздел 3. Кинетика роста популяций.

Кинетические особенности роста микробных популяций. Клеточный цикл. Типичная кривая роста микробных культур. Определение основных параметров роста микробных популяций.

Типы кинетических моделей роста микробных популяций. Представление о метаболических моделях роста. Влияние на кинетические модели особенностей размножения микробных культур. Особенности кинетических моделей роста одно- и многоклеточных культур.

Влияние условий окружающей среды (pH, температура, аэрация и др.) на кинетику роста и накопление метаболитов микробных культур. Лимитирование роста микроорганизмов. Многосубстратные процессы.

Ингибирование и активация роста микроорганизмов. Ингибирование роста избытком субстрата. Ингибирование роста микробных популяций продуктами метаболизма. Определение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.

Особенности кинетического описания роста ассоциаций микроорганизмов.

Популяции, взаимодействующие по принципу хищник-жертва. Периодические колебания численности хищника и жертвы в рамках модели Лотки-Вольтера.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	<i>Знать:</i>			
1	современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа	+		
2	положения теории Михаэлиса-Ментен	+		
3	механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов	+		
4	влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций		+	
5	особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов		+	
6	основные способы иммобилизации ферментов		+	
7	особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов		+	
8	кинетические особенности роста микробных популяций			+
9	различные типы кинетических моделей роста микробных популяций			+
10	влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций			+
11	варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание			+
12	кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций взаимодействующих по принципу хищник-жертва			+
	<i>Уметь:</i>			
13	определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов	+		
14	определять тип ингибирования ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований	+		

15	находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибировании субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента		+	
16	рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций			+
17	составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза			+
18	определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста			+
Владеть				
19	методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов	+		
20	методами графического анализа экспериментальных данных ферментативных реакций, протекающих в реальных растворах		+	
21	методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза			+
22	методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
23	ПК-3. Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем;	+	+

	– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
	ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	1	Молекулярные механизмы ферментативного катализа	3
2	1	Вывод дифференциальной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бригса-Холдейна	3
3	1	Вывод уравнения и особенности нахождения каталитических констант в случаях обратимой изомеризации фермента в неактивную форму, ингибирования субстратом, активации фермента.	3
4	2	Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Особенности ее графической интерпретации в случае ингибирования продуктом.	5
5	2	Стационарная и нестационарная кинетика	6
6	3	Кинетические особенности роста микробных популяций. Определение основных параметров роста микробных популяций.	4
7	3	Ингибирование и активация роста микроорганизмов.	4
8	3	Определение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.	4

6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ в рамках дисциплины «*Основы биокинетики*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 55 баллов), домашней работы (максимальная оценка 5 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерное содержание домашних работ

Домашние работы по дисциплине выполняются при изучении 1 раздела дисциплины «*Основы биокинетики*» в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка домашней работы № 1 - 5 баллов.

Пример домашней работы № 1. Раздел 1.

Задание 1. Определите значения кинетических параметров (методом де Мигуэл Марино и Тамари) гидролиза метилового эфира N-ацетил-L-валина, катализируемого α -химотрипсином, исходя из данных таблицы. $[E]_0 = 3,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

$[S]_0$, моль/л	r_0 , моль/л*с
0,200	$4,57 \cdot 10^{-6}$
0,124	$3,83 \cdot 10^{-6}$
0,091	$3,33 \cdot 10^{-6}$
0,071	$2,97 \cdot 10^{-6}$
0,060	$2,67 \cdot 10^{-6}$

Задание 2. Приведенные ниже данные были получены при изучении ингибирования, вызываемого L- β -окси- β -(трео)-метиласпартамом. Определите тип ингибирования и все возможные кинетические характеристики процесса, если известно, что $[E]_0 = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

$[S]_0$, моль/л	r_0 , моль/л*мин	
	$[I] = 0$	$[I] = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л
$0,5 \cdot 10^{-4}$	$14,0 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$
$5,0 \cdot 10^{-4}$	$92,0 \cdot 10^{-3}$	$40,0 \cdot 10^{-3}$
$25,0 \cdot 10^{-4}$	$150,0 \cdot 10^{-3}$	$120,0 \cdot 10^{-3}$

Оценка заданий:

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	2	3	5

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 55 баллов и составляет 15 баллов за 1-ую работу и по 20 баллов за вторую и третью.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит три вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

Строение и классификация ферментов.

Вопрос 1.2

Вывод и анализ уравнения для обратимого однокомпонентного полностью неконкурентного ингибирования.

Вопрос 1.3.

Приведенные ниже данные были получены при изучении ингибирования, вызываемого L-β-окси-β-(трео)-метиласпартамом. Определите тип ингибирования и все возможные кинетические характеристики процесса, если известно, что $[E]_0 = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

[S] ₀ , моль/л	r ₀ , моль/л*мин	
	[I] = 0	[I] = 5*10 ⁻⁴ моль/л
0,5*10 ⁻⁴	14,0*10 ⁻³	6,0*10 ⁻³
5,0*10 ⁻⁴	92,0*10 ⁻³	40,0*10 ⁻³
25,0*10 ⁻⁴	150,0*10 ⁻³	120,0*10 ⁻³

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

Вопрос 2.1.

Вывод интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен.

Вопрос 2.2.

При исследовании кинетики гидролиза триацилглицеридов было установлено, что реакция не проходит полностью. Определите все кинетические параметры процесса исходя из данных таблицы.

[S] ₀ , моль/л	1,98*10 ⁻⁵	2,55*10 ⁻⁵	3,08*10 ⁻⁵	4,10*10 ⁻⁵	6,09*10 ⁻⁵	8,11*10 ⁻⁵
[S] _{конечн} , моль/л	0,73*10 ⁻⁵	0,94*10 ⁻⁵	1,14*10 ⁻⁵	1,52*10 ⁻⁵	2,25*10 ⁻⁵	3,0*10 ⁻⁵
r ₀ , моль/л*с	4,15*10 ⁻⁶	4,65*10 ⁻⁶	5,13*10 ⁻⁶	5,89*10 ⁻⁶	6,63*10 ⁻⁶	7,15*10 ⁻⁶

Докажите, что в описанном случае фермент инактивируется в свободном виде, для этого проанализируйте зависимость $[S]_{\text{конечн}} = f([S]_0)$.

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

Вопрос 3.1

Типы моделей в биотехнологии (классификация, характеристика, примеры).

Вопрос 3.2.

Модель роста численности популяции (однотайдная схема с насыщением клеток - основные принципы, вывод и анализ уравнения).

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7-ой семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит три вопроса: 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7-ой семестр, зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

Примерный перечень вопросов № 1 и 2 билета.

1. Строение и классификация ферментов.
2. Коферменты, кофакторы.

3. Сравнение ферментов с катализаторами.
4. Молекулярные механизмы ферментативного катализа.
5. Теория Михаэлиса-Ментен (вывод дифференциальной формы уравнения).
6. Вывод уравнения Бригса-Холдейна.
7. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в классических координатах.
8. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен методом Диксона.
9. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах Иди-Хофсти.
10. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах де Мигуэл Марино и Тамари.
11. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах Лайнуивера-Берка.
12. Понятие об ингибиторах/активаторах.
13. Однокомпонентное ингибирование.
14. Вывод и анализ уравнения для обратимого однокомпонентного полностью неконкурентного ингибирования.
15. Вывод и анализ уравнения для обратимого однокомпонентного полностью конкурентного ингибирования.
16. Двухкомпонентное полностью конкурентное ингибирование.
17. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью конкурентного взаимонезависимого ингибирования.
18. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью конкурентного взаимозависимого ингибирования.
19. Двухкомпонентное полностью неконкурентное ингибирование.
20. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью неконкурентного взаимозависимого ингибирования.
21. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью неконкурентного взаимонезависимого ингибирования.
22. Случаи выходящие за рамки теории Михаэлиса-Ментен.
23. Вывод и анализ уравнения ингибирования субстратом.
24. Вывод и анализ уравнения обратимой изомеризации фермента в неактивную форму.
25. Вывод и анализ уравнения активации фермента.
26. Вывод интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен.
27. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен к случаю ингибирования продуктом, вывод и анализ уравнения.
28. Влияние pH на скорость ферментативных реакций, вывод и анализ уравнения.
29. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций.
30. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен к случаю необратимой инактивации фермента.
31. Нестационарная кинетика, классификация.
32. Достоинства и недостатки методов нестационарной кинетики.
33. Стационарная кинетика.
34. Иммобилизация ферментов, классификация.
35. Достоинства и недостатки вариантов иммобилизации ферментов.
36. Модуль Тиле.
37. Кинетические особенности роста микробных популяций.
38. Клеточный цикл.
39. Типичная кривая роста микробных культур.
40. Определение основных параметров роста микробных популяций.

41. Типы кинетических моделей роста микробных популяций.
42. Представление о метаболических моделях роста.
43. Влияние на кинетические модели особенностей размножения микробных культур.
44. Особенности кинетических моделей роста одно- и многоклеточных культур.
45. Влияние условий окружающей среды (рН, температура, аэрация и др.) на кинетику роста и накопление метаболитов микробных культур.
46. Лимитирование роста микроорганизмов.
47. Многосубстратные процессы.
48. Ингибирование и активация роста микроорганизмов.
49. Ингибирование роста избытком субстрата.
50. Ингибирование роста микробных популяций продуктами метаболизма. О
51. определение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.
52. Особенности кинетического описания роста ассоциаций микроорганизмов.
53. Популяции, взаимодействующие по принципу хищник-жертва.
54. Периодические колебания численности хищника и жертвы в рамках модели Лотки-Вольтера.

Примерный перечень вопросов № 3 билета.

Задача 1.

При изучении влияния н-бутанола на кинетику гидролиза сложных эфиров при $[E]_0 = 6,05 \cdot 10^{-5}$ мг/л получены следующие результаты:

$[S]_0$, моль/л	r_0 , моль/л*мин	
	$[бутанол] = 0,05$ моль/л	$[бутанол] = 0,10$ моль/л
$1,00 \cdot 10^{-4}$	$16,7 \cdot 10^{-5}$	$13,5 \cdot 10^{-5}$
$0,5 \cdot 10^{-4}$	$12,5 \cdot 10^{-5}$	$10,0 \cdot 10^{-5}$
$0,33 \cdot 10^{-4}$	$10,5 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$
$0,25 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-5}$	$6,1 \cdot 10^{-5}$
$0,20 \cdot 10^{-4}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$

Определите все возможные кинетические параметры.

Задача 2.

Определите тип ингибирования и все кинетические параметры процесса.

Известно, что соли ароматических кислоты могут выступать в роли ингибиторов ферментативной активности. Определите тип ингибирования, вызванный бензоатом натрия, и все кинетические параметры исходя из данных таблицы. $[E]_0 = 4,0 \cdot 10^{-6}$ мг/л.

$[S]_0$, моль/л	r_0 , моль/л*мин	
	$[бензоат] = 0,5$ моль/л	$[бензоат] = 1,0$ моль/л
$1,0 \cdot 10^{-5}$	$10,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
$1,8 \cdot 10^{-5}$	$13,7 \cdot 10^{-7}$	$6,8 \cdot 10^{-7}$
$2,0 \cdot 10^{-5}$	$14,3 \cdot 10^{-7}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$
$4,0 \cdot 10^{-5}$	$18,1 \cdot 10^{-7}$	$9,1 \cdot 10^{-7}$
$8,0 \cdot 10^{-5}$	$21,0 \cdot 10^{-7}$	$10,5 \cdot 10^{-7}$

Задача 3.

Результаты исследования влияния метйодида-2-пиридинкарбальдоксима на кинетику гидролиз 1-нафтилацетата, катализируемого ацетилхолинэстеразой, представлены в таблице. Определите тип ингибирования и все кинетические параметры. $[E]_0 = 1,2 \cdot 10^{-6}$ моль/л

[S] ₀ , моль/л	r ₀ , моль/л*мин	
	[J]=2,0*10 ⁻⁴ моль/л	[J]=4,0*10 ⁻⁴ моль/л
0,50*10 ⁻⁵	6,3*10 ⁻⁷	3,1*10 ⁻⁷
0,91*10 ⁻⁵	9,4*10 ⁻⁷	4,7*10 ⁻⁷
1,00*10 ⁻⁵	10,0*10 ⁻⁷	5,0*10 ⁻⁷
2,00*10 ⁻⁵	14,3*10 ⁻⁷	7,1*10 ⁻⁷
4,00*10 ⁻⁵	18,2*10 ⁻⁷	9,1*10 ⁻⁷

Задача 4.

При исследовании влияния CoA на начальную скорость реакции фосфотрансацетилирования, катализируемой фосфат-ацетилтрансферазой получены следующие результаты:

[S] ₀ , моль/л	r ₀ , моль/л*мин	
	[CoA]=6,0*10 ⁻⁵ моль/л	[J]=15,0*10 ⁻⁵ моль/л
0,50*10 ⁻⁵	10,0*10 ⁻⁷	6,3*10 ⁻⁷
0,91*10 ⁻⁵	13,7*10 ⁻⁷	9,4*10 ⁻⁷
1,00*10 ⁻⁵	14,3*10 ⁻⁷	10,0*10 ⁻⁷
2,00*10 ⁻⁵	18,1*10 ⁻⁷	14,3*10 ⁻⁷
4,00*10 ⁻⁵	21,0*10 ⁻⁷	18,2*10 ⁻⁷

Определите все возможные кинетические параметры.

Задача 5.

При исследовании кинетики гидролиза триацилглицеридов было установлено, что реакция не проходит полностью. Определите все кинетические параметры процесса исходя из данных таблицы.

[S] ₀ , моль/л	1,98*10 ⁻⁵	2,55*10 ⁻⁵	3,08*10 ⁻⁵	4,10*10 ⁻⁵	6,09*10 ⁻⁵	8,11*10 ⁻⁵
[S] _{конечн} , моль/л	0,73*10 ⁻⁵	0,94*10 ⁻⁵	1,14*10 ⁻⁵	1,52*10 ⁻⁵	2,25*10 ⁻⁵	3,0*10 ⁻⁵
r ₀ , моль/л*с	4,15*10 ⁻⁶	4,65*10 ⁻⁶	5,13*10 ⁻⁶	5,89*10 ⁻⁶	6,63*10 ⁻⁶	7,15*10 ⁻⁶

Докажите, что в описанном случае фермент инактивируется в свободном виде, для этого проанализируйте зависимость [S]_{конечн} = f([S]₀).

Задача 6.

Реакция восстановления пирувата катализируемая лактатдегидрогеназой ингибируется высокими концентрациями субстрата. Найдите все кинетические параметры процесса если известно, что [E]₀=2,0*10⁻⁵ ммоль/л.

[S] ₀ *10 ⁴ , моль/л	0,2	0,29	0,4	0,5	1,0	5,0	7,0	11,0	30,0	50,0	70,0	100
r ₀ *10 ⁶ , моль/л*с	3,2	3,7	4,1	4,4	4,9	4,9	4,3	3,9	2,4	1,8	1,5	1,1

Задача 7.

При исследовании кинетики гидролиза триацилглицеридов было установлено, что реакция не проходит полностью. Определите все кинетические параметры процесса исходя из данных таблицы.

[S] ₀ , моль/л	2,0*10 ⁻⁵	2,8*10 ⁻⁵	3,9*10 ⁻⁵	5,1*10 ⁻⁵	10,2*10 ⁻⁵
[S] _{конечн} , моль/л	0,2*10 ⁻⁵	1,0*10 ⁻⁵	2,1*10 ⁻⁵	3,3*10 ⁻⁵	8,4*10 ⁻⁵
r ₀ , моль/л*с	3,15*10 ⁻⁶	3,70*10 ⁻⁶	4,10*10 ⁻⁶	4,39*10 ⁻⁶	4,92*10 ⁻⁶

Докажите, что в описанном случае фермент инактивируется в виде фермент-субстратного комплекса, для этого проанализируйте зависимость $[S]_{\text{конечн}} = f([S]_0)$.

Задача 8.

В таблице приведена pH-зависимость гидролиза семикарбазида N-формил-L-фенилаланина. Определите pK_a , pK'_a , k_2 и K_s .

pH	5,47	5,95	6,47	6,98	7,48	7,79
$k_{\text{кат}}, 1/\text{с}$	$0,32 \cdot 10^{-2}$	$0,96 \cdot 10^{-2}$	$1,92 \cdot 10^{-2}$	$2,44 \cdot 10^{-2}$	$3,06 \cdot 10^{-2}$	$2,88 \cdot 10^{-2}$
$K_m, \text{моль/л}$	$7,00 \cdot 10^{-3}$	$6,70 \cdot 10^{-3}$	$5,60 \cdot 10^{-3}$	$3,45 \cdot 10^{-3}$	$2,24 \cdot 10^{-3}$	$2,28 \cdot 10^{-3}$

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Основы биокинетики» проводится в 7-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой.

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ	
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	
	Кафедра биотехнологии	
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология	
	Дисциплина «Основы биокинетики»	
Билет № 1		
1. Строение и классификация ферментов.		
2. Влияние ингибитора на рост численности популяции (двустадийная схема - основные принципы, вывод и анализ уравнения).		
3. Приведенные ниже данные были получены при изучении ингибирования, вызываемого L-β-окси-β-(трео)-метиласпартатом. Определите тип ингибирования и все возможные кинетические характеристики процесса, если известно, что [E] ₀ = 1*10 ⁻⁵ моль/л.		
[S] ₀ , моль/л	го, моль/л*мин	
	[I] = 0	[I] = 5*10 ⁻⁴ моль/л
0,5*10 ⁻⁴	14,0*10 ⁻³	6,0*10 ⁻³
5,0*10 ⁻⁴	92,0*10 ⁻³	40,0*10 ⁻³
25,0*10 ⁻⁴	150,0*10 ⁻³	120,0*10 ⁻³

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Н.А.Суясов и др. Основы биокинетики. Сборник примеров и задач. – М.:Издательский центр РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010. – 114 с.

2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Изд-во "Элевар", 2000 г.– 512 с.

б) Дополнительная литература

1. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — ISBN 978-5-7882-0830-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций;
2. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;

3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
4. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биокинетики» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы с электронными фотографии отдельных органелл клетки.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ.	Знает: современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа; положения теории Михаэлиса-Ментен; механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за домашнюю работу № 1.

	ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов. Умеет: определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов; определять тип ингибирования ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований. Владеет: методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов.	Оценка за зачет (7-ой семестр).
Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.	Знает: влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций; особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов; основные способы иммобилизации ферментов; особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов. Умеет: находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибировании субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента. Владеет: методами графического анализа экспериментальных данных.	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за зачет (7-ой семестр).
Раздел 3. Кинетика роста популяций.	Знает: кинетические особенности роста микробных популяций; различные типы кинетических моделей роста микробных популяций; влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций; варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание; кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций взаимодействующих по принципу хищник-жертва. Умеет: рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций; составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза; определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста. Владеет: методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза; методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста.	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за зачет (7-ой семестр).

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы биокинетики»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы биохимии и молекулярной биологии»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.б.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы биохимии и молекулярной биологии»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области по общей, неорганической и органической химии, аналитической и физической химии, общей биологии, химии биологически активных веществ.

Цель дисциплины - дать студенту всестороннее представление о химическом строении живой клетки на молекулярном и надмолекулярном уровнях, о биохимических превращениях, в ходе которых образуются вещества, составляющие структурную основу клетки, кодирующие биоинформацию, выполняющие регуляторную или каталитические функции, о биохимических процессах, в ходе которых клетки разнообразных организмов получают энергию и преобразовывают ее из одного вида в другие, а также о механизмах регуляции метаболизма, поддержания гомеостаза и защиты клетки и организма в целом от агрессивного воздействия физических, химических и биологических агентов окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- изучение содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы дисциплины;
- приобретение студентами знаний о строении, свойствах, функциях, регуляции и роли ферментов в метаболизме, а также практических навыков работы с ферментами, определения их активности, свойств;
- приобретение студентами специализированных знаний о биохимических процессах, реакциях и метаболических путях, с помощью которых клетки живых организмов получают и преобразуют энергию;
- приобретение студентами знаний о катаболизме и синтезе различных биологических соединений: углеводов, липидов, аминокислот, нуклеотидов;
- приобретение студентами знаний о биоинформационных процессах в клетке (хранении, реализации и передачи наследственной информации, устранении повреждений генома);
- приобретение студентом теоретических знаний и практических умений и навыков, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как прикладная молекулярная биология, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда других специальных дисциплин.

Дисциплина **«Основы биохимии и молекулярной биологии»** преподается в 5-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и	ПК-3 – Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК - 3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов

	нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения		их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды. ПК – 3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с

	биотехнологических процессов.	ПК-4 – способен провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции in vitro, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</i> Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>

			ПК - 4.2. Владеет основными методами селекции <i>in vitro</i> с учетом специфики методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 июля 2020 года N 441н. Обобщенная трудовая функция:
		ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ
			ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	В. Управление действующими биотехнологическими процессами и производством
			ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	С. Разработка предложений по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;
- основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;
- понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов;
- обмен веществ и энергии в клетке;
- основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;
- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;
- молекулярный инструментарий генной инженерии;
- генетические основы эволюции.

Уметь:

- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
- анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;
- осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения;
- анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.

Владеть:

- методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов;
- методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ;

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	128	96
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0,44	16	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,34	48	36

<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0,22	8	6
Самостоятельная работа	0,33	12	9
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,33	12	9
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов					
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоятельная работа
Раздел 1	Энзимология	42	2	12	26	3	2
1.1	Основы ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций, свойства ферментов, прикладная энзимология.	21	1	6	13	2	1
1.2	Классы ферментов: номенклатура, деление на подклассы, примеры реакций, кофакторы, механизмы.	21	1	6	13	1	1
Раздел 2	Метаболизм	33	6	18	3	3	6
2.1	Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.	5	1	3	0	0	1
2.2	Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.	8	1	3	3	3	1
2.3	Метаболизм аминокислот.	5	1	3	0	0	1
2.4	Метаболизм нуклеотидов.	5	1	3	0	0	1
2.5	Метаболизм жирных кислот и липидов.	5	1	3	0	0	1
2.6	Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.	5	1	3	0	0	1
Раздел 3	Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации	33	8	18	3	2	4

3.1	Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.	3	1	2	0	0	0
3.2	Репликация ДНК.	5	1	4	0	0	0
3.3	Репарация ДНК.	4	1	2	0	0	1
3.4	Рекомбинация ДНК.	4	1	2	0	0	1
3.5	Транскрипция.	4	1	2	0	0	1
3.6	Трансляция.	6	1	4	0	0	1
3.7	Понятие гена в молекулярно биологических терминах.	2	1	1	0	0	0
3.8	Понятие о генетической инженерии.	5	1	1	3	2	0
	ИТОГО	108	16	48	32	8	12
	Экзамен	36					
	Итого	144					

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Энзимология.

1.1. Основы ферментативного катализа. Природа ферментов и их свойства как белков, и как биокатализаторов. Кинетика ферментативных реакций, регуляция ферментативной активности, ингибирование, активация. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Активный центр, центр связывания субстрата, регуляторный центр молекулы фермента. Влияние физико-химических условий на скорость ферментативных реакций, прикладная энзимология.

1.2. Основы энзимологии. Систематика ферментов. Простые и сложные ферменты (холоферменты), мультиферментные комплексы. Класс оксидоредуктаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс трансфераз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс гидролаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс лиаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс изомераз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс лигаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Основные механизмы ферментативного катализа.

Раздел 2. Метаболизм.

2.1. Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма. Общие принципы обмена веществ и энергии у живых систем.

2.2. Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.

Катаболизм углеводов. Расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Амилолитические ферменты, их характеристика.

Анаэробное расщепление глюкозы. Гликолиз. Пентозофосфатный цикл. Субстратное фосфорилирование ADP. Энергетический баланс процессов. Суммарные уравнения гликолиза, пентозофосфатного цикла. Регуляция гликолиза на уровне гексокиназы, фосфофруктокиназы, пируваткиназы. Регенерация NAD^+ , роль лактатдегидрогеназы в этом процессе. Спиртовое брожение.

Аэробный метаболизм пирувата. Митохондрии: структура и энергетические функции. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса. Регуляция активности пируватдегидрогеназного комплекса.

Цикл лимонной кислоты. Суммарное уравнение окисления ацетил-КоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.

Окисление NADH и FADH_2 в дыхательной цепи. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от NADH и FADH_2 к молекулярному кислороду. Хемииосмотическая теория Митчелла. Компоненты дыхательной цепи: флавопротеины, железосерные белки, коэнзим Q, цитохромы b, c_1 , c, a, a_3 . Топография дыхательных переносчиков в редокс-цепи. Энергетический баланс процесса. Образование активных форм кислорода и способы защиты от них.

Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат растений и его локализация в хлоропластах. Темновая и световая стадии фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Образование АТФ. Расщепление воды, генерация молекулярного кислорода. Синтез глюкозы. C_3 и C_4 растения. Особенности фотосинтеза у C_4 растений.

Биосинтез углеводов. Глюконеогенез. Биосинтез полисахаридов. Образование крахмала, гликогена.

2.3. Метаболизм аминокислот. Катаболизм аминокислот. Дезаминирование, судьба углеродных скелетов аминокислот. Синтез некоторых аминокислот семейства глутаминовой и аспарагиновой кислот, серина.

2.4. Метаболизм нуклеотидов. Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Распад нуклеотидов, образование мочевой кислоты. Нарушения метаболизма нуклеотидов.

2.5. Метаболизм жирных кислот и липидов.

Катаболизм липидов. Липолитические ферменты: липаза, фосфолипазы, сфингомиелиназы. Эмульгирование жиров при их переваривании в пищеварительном тракте, роль желчных кислот. Катаболизм жирных кислот. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-CoA синтетазы. Механизм β -окисления насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Суммарное уравнение β -окисления жирных кислот, энергетический выход процесса.

Биосинтез жирных кислот и триацилглицеролов. Биосинтез жирных кислот. Строение комплекса синтазы жирных кислот. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты. Циклический характер биосинтеза жирных кислот. Суммарное уравнение биосинтеза пальмитиновой кислоты. Энергетические затраты на синтез жирных кислот. Биосинтез триацилглицеролов.

2.6. Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей. Регуляция метаболизма путем изменения активности и количества ферментов. Согласованность клеточного метаболизма с физиологическими потребностями организма. Внеклеточная регуляция гормонами. Аденилатциклаза и образование вторичного посредника – cAMP. cAMP – аллостерический регулятор протеинкиназ, участвующих в фосфорилировании различных внутриклеточных белков.

Раздел 3. Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации.

3.1. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры. РНК: особенности строения и пространственной структуры различных типов РНК.

3.2. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Репликация ДНК *in vitro* и ее практическое применение – полимеразная цепная реакция.

3.3. Репарация ДНК. Механизм, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот.

3.4. Рекомбинация ДНК. Основные виды и механизм процесса, ферменты, участвующие в процессе.

3.5. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов в про- и эукариотических клетках. Сплайсинг.

3.6. Трансляция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Генетический код. Белоксинтезирующий аппарат клетки. Ингибиторы трансляции. Посттрансляционное сворачивание белковой молекулы. Шапероны. Посттрансляционная модификация белков.

3.7. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Ген как последовательность нуклеотидов ДНК. Основная догма молекулярной биологии и ее нарушения. Обратная

транскриптаза. Регуляция биосинтеза белка в клетках про- и эукариот. Регуляция транскрипции, трансляции. Теория оперона. Структура *lac*-оперона у *E. coli*.

3.8. Понятие о генетической инженерии. Методы секвенирования ДНК. Методы клонирования ДНК и получения рекомбинантных штаммов-продуцентов практически ценных биологически активных веществ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы дисциплины		
		1	2	3
	<i>Знать:</i>			
1	биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц		+	+
2	основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот		+	
3	понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов	+		
4	обмен веществ и энергии в клетке		+	
5	основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах		+	
6	строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов			+
7	молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации			+
8	молекулярный инструментарий генной инженерии			+
9	генетические основы эволюции			+
	<i>Уметь:</i>			
10	определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса		+	
11	анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке		+	+
12	осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения	+		
13	анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию		+	
14	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ	+	+	+
	<i>Владеть:</i>			
15	методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов	+		
16	методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ	+		
17	методами планирования, проведения и обработки экспериментов	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
18	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических	ПК - 3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе:	+	+

	процессов в живых клетках и их популяциях.	– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
		ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	+	+	+
19	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;	+	+	+

		– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.			
		ПК - 4.2. Владеет основными методами селекции <i>in vitro</i> с учетом специфики методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	+	+	+
20	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+	+
		ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часов
1	1.1	Основы ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций, свойства ферментов, прикладная энзимология.	6
2*	1.2	Классы ферментов: номенклатура, деление на подклассы, примеры реакций, кофакторы, механизмы.	6
3	2.1	Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.	3
4	2.2	Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.	3
5	2.3,	Метаболизм аминокислот.	3
6	2.4	Метаболизм нуклеотидов.	3
7	2.5	Метаболизм жирных кислот и липидов.	3
8*	2.6	Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.	3
9	3.1	Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.	2
10	3.2, 3.3, 3.4	Процессы хранения, восстановления и передачи по наследству генетической информации: репликация, репарация, рекомбинация.	8
11	3.5, 3.6, 3.7	Процесс реализации генетической информации: транскрипция, трансляция, понятие гена и регуляция экспрессии генов.	7
12*	3.8	Понятие о генетической инженерии.	1
ВСЕГО			48

*Промежуточный контроль

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Основы биохимии и молекулярной биологии»*, а также дает знания о ферментативной кинетике и первоначальных сведениях по молекулярной генетике.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 10 баллов (максимально по 1 балл за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Ак. час
1	1	Расчет и приготовление буферных растворов, используемых в биохимических исследованиях. Выделение ферментов.	8
2	1	Методы определения и расчета активности ферментов (общей, удельной и молекулярной).	8

3	1	Изучение ферментов класса гидролаз. Гидролиз казеина трипсином.	8
4	1	Влияние концентрации фермента, концентрации субстрата на скорость реакции. Определение кинетических констант ферментативной реакции.	6
5	1	Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.	4
6	1	Влияние pH на скорость ферментативной реакции.	4
7	1	Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы.	6
8	1	Изучение специфичности действия различных ферментов.	8
9	2	Молочнокислое и спиртовое брожение у микроорганизмов.	6
10	3	Выделение и электрофоретический анализ плазмидной ДНК из клеток бактерий.	6
		ВСЕГО	64

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного материала лекций и практических занятий (семинаров) с обработкой, дополнением и систематизацией материала в виде конспектов, таблиц и т.д.,
- подготовку к промежуточным контрольным работам,
- работу с электронно-библиотечными системами,
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 50 баллов и составляет по 20 баллов за первую и вторую работу, 10 баллов за третью.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.

Вопрос 1.1.

Класс оксидоредуктаз: номенклатура, основные группы ферментов с примерами реакций, кофакторы и коферменты оксидоредуктаз с примерами конкретных ферментов и катализируемых ими реакций. Механизм действия алкогольдегидрогеназы.

Вопрос 1.2.

Зависимость активности ферментов от pH (примеры ферментов с кислым, нейтральным и щелочным оптимумом) и температуры. Чем она объясняется?

Вопрос 1.3.

2. Напишите уравнения реакций, укажите кофакторы (если есть) для ферментов: трипсин, сукцинатдегидрогеназа, цитратсинтаза, гомосериндегидрогеназа, метионин аденозилтрансфераза. К какому классу относятся данные ферменты?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.

Вопрос 2.1.

Темновая стадия фотосинтеза и ее значение.

Вопрос 2.2.

Как протекает спиртовое брожение? Какой метаболический путь используется у дрожжей для превращения глюкозы в спирт. Приведите уравнения реакций и названия ферментов. Почему клетки человека не способны осуществлять спиртовое брожение?

Вопрос 2.3.

Сравните энергетический эффект аэробного катаболизма углеводов и жиров.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла за вопросы 1-2 и 2 балла за вопрос 3.

Вопрос 3.1.

Понятие о матричных биосинтезах (МБ). Дайте общее определение и определение каждого МБ известного Вам. В чем заключается их сходство, в чем – отличие?

Вопрос 3.2.

Заполните пропуски в следующих утверждениях:

- А. _____ катализирует синтез РНК-копии на цепи ДНК в ходе процесса, называемого _____.
Б. Синтез РНК начинается на _____ ДНК и заканчивается на особом участке ДНК, называемом _____.

Вопрос 3.3.

Приведена часть нуклеотидной последовательности гена

5'GCAGGTCGCCTCAAGAAGCTTCCTCC3'

Постройте комплементарную ей, запишите в координатах (5'→3') и транслируйте участок гена со всех возможных рамок считывания (в трехбуквенном виде). С первой возможной рамки считывания приведите полную структурную формулу пептида.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины
(5-й семестр – экзамен)**

Билет для экзамена включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

1. Общие представления о ферментах, ферментативном катализе.
2. Свойства ферментов как белков и биокатализаторов.
3. Кинетика ферментативных реакций, виды и типы ингибирования.
4. Строение ферментов, понятие и примеры кофакторов, мультиферментных

комплексов, конъюгатов, ансамблей.

5. Оксидоредуктазы – дегидрогеназы (номенклатура, классификация, примеры, строение, коферменты, механизм действия ЛДГ). Оксигеназы, оксидазы, пероксидазы, NO-синтаза. Роль монооксигеназ в обезвреживании ксенобиотиков.

6. Трансферазы (номенклатура, классификация, примеры в различных подклассах, строение, коферменты, механизм действия аминотрансферазы). Роль трансфераз в обезвреживании ксенобиотиков.

7. Гидролазы (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты, механизм действия ХТ). Гидролазы пищеварительного тракта.

8. Лиазы (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты, механизм действия пируватдекарбоксилазы).

9. Изомеразы (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты).

10. Лигазы (синтетазы) (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты).

11. Общее представление о метаболизме: катаболизм, анаболизм. Виды фосфорилирования.

12. Гликолиз: ферменты и реакции. Суммарное уравнение, энергетический баланс процесса. Гликолиз: локализация, функции, регуляция. Брожение (превращение пирувата) в анаэробных условиях. Глюконеогенез.

13. ПФЦ: локализация, стадии, реакции, функции. Транскетолаза, трансальдолаза. Суммарное уравнение.

14. Аэробный метаболизм пирувата. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса.

15. Митохондрии: структура и энергетические функции.

16. Цикл лимонной кислоты. Ферменты и реакции. Суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.

17. Окисление NADH и FADH₂ в дыхательной цепи. Строение и состав дыхательной цепи в митохондриях. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от NADH и FADH₂ к молекулярному кислороду. Хемииосмотическая теория Митчелла.

18. Энергетический баланс процесса аэробного окисления глюкозы.

19. Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат растений и его локализация в хлоропластах. Темновая и световая стадии фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Образование АТФ. Расщепление воды, генерация молекулярного кислорода. Фиксация СО₂. Синтез глюкозы. Цикл Кальвина. С₃ и С₄ растения. Особенности фотосинтеза у С₄ растений.

20. Катаболизм липидов. Липолитические ферменты: липаза, фосфолипазы. Эмульгирование жиров при их переваривании в пищеварительном тракте, роль желчных кислот.

21. Катаболизм жирных кислот. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-СоАсинтетазы. Механизм β-окисления насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Суммарное уравнение β-окисления жирных кислот, энергетический выход процесса.

22. Биосинтез жирных кислот и триацилглицеролов. Биосинтез жирных кислот. Строение синтазы жирных кислот. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты. Циклический характер биосинтеза жирных кислот. Суммарное уравнение

биосинтеза пальмитиновой кислоты. Энергетические затраты на синтез жирных кислот.

23. Метаболизм аминокислот. Катаболизм (виды дезаминирований, судьба углеродного остова, глюкогенные, кетогенные АК и глюко-кетогенные АК).

24. Катаболизм фенилаланина, фенилкетонурия.

25. Судьба избыточного азота из АК – цикл мочевины.

26. Фиксация молекулярного азота, реакции включения неорганического азота в органические соединения.

27. Биосинтез АК (семейства глутамата (глутамин, пролин, орнитин, аргинин), аспартата (аспарагин, лизин, треонин, изолейцин, метионин), пирувата (аланин, валин, лейцин), серина (глицин, цистеин), ароматических АК и гистидина, п-аминобензойной кислоты и фолиевой кислоты у микроорганизмов, механизм действия сульфаниламидов).

28. Метаболизм нуклеотидов. Биосинтез нуклеотидов: синтез de novo, реутилизация азотистых оснований.

29. Биосинтез пуриновых нуклеотидов: образование ФРПФ, путь синтеза IMP схематично. Роль фолиевой кислоты, дигидрофолатредуктазы и серингидроксиметилазы.

30. Катаболизм пуриновых нуклеотидов, подагра, аллопуринол и механизм его фармакологической активности.

31. Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов схематично: образование карбамоилфосфата, реакция с аспартатом, синтез оротата, реакция с ФРПФ, образование UMP, UDP, UTP, CTP.

32. Катаболизм пиримидиновых нуклеотидов на примере UMP.

33. Образование дезоксирибонуклеотидов (dADP, dGDP, dCDP, dUDP), рибонуклеотидредуктаза. Синтез dTMP из dUMP, тимидилатсинтаза.

34. Метаболизм нуклеотидов с т.з. поиска лекарств от рака: мишени (тимидилатсинтаза, дигидрофолатредуктаза), и ингибиторы (5-фторурацил, антифолаты).

35. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры.

36. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Теломераза и ее функции.

37. Виды, причины и последствия повреждения ДНК. Классификация мутаций. Виды генных мутаций и их влияние на синтез молекул белка.

38. Репарация ДНК. Механизм, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. SOS-ответ у прокариот.

39. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов в эукариотических клетках. Сплайсинг, альтернативный сплайсинг.

40. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Ген как последовательность нуклеотидов ДНК. Основная догма молекулярной биологии и ее нарушения.

41. Регуляция транскрипции у про- и эукариот. Теория оперона. Структура lac-оперона у *E. coli*, регуляция экспрессии гена галактозидазы.

42. Трансляция. Основные реакции трансляции. Трансляция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Генетический код. Белоксинтезирующий аппарат клетки.

43. Понятие о генетической инженерии. Методы секвенирования ДНК. ПЦР. Методы клонирования ДНК и получения рекомбинантных штаммов-продуцентов

практически ценных биологически активных веществ.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (5-й семестр).

Экзамен по дисциплине «*Основы биохимии и молекулярной биологии*» проводится в 5-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	19.03.01 «Биотехнология» Профиль – «Биотехнология»
	Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии»
Билет № 1	
1. Оксидоредуктазы – дегидрогеназы (номенклатура, примеры, строение, коферменты, механизм действия ЛДГ). 2. Гликолиз. 3. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 1 – Курс лекций. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 156 с.

2. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 2 – Информационные материалы к лекциям. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.

Б. Дополнительная литература

1. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.

2. Энзимология: Лабораторный практикум по биохимии и молекулярной биологии [Текст]: рекомендовано методсоветом ВУЗа / А. В. Белодед, Н. В. Хабибулина, Н. Г. Луценко 2019. - 88 с.

3. Луценко Н.Г. Начала биохимии. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 254 с.

4. Кольман, Я. Наглядная биохимия : справочник / Я. Кольман, К. -. Рём ; перевод с английского Т. П. Мосоловой. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 514 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121226> (дата обращения: 30.04.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (перечень заданий контрольных работ (общее число вариантов заданий – 150);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вариантов заданий – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы биохимии и молекулярной биологии»* проводятся в форме лекций, практических (семинаров), лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

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

Учебная биохимическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по «Основы биохимии и молекулярной биологии».

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

Персональные компьютеры, укомплектованные принтером и программными средствами, проекторы и экраны, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в “Интернет”.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса (отдельные страницы презентаций лекций, материал для практических занятий), варианты контрольных работ, экзаменационные билеты).

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам

лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Энзимология	<i>Знает:</i> понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов; <i>Умеет:</i> осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.	Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 1). Оценка за экзамен.

		<i>Владеет:</i> методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов; методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ; методами планирования, проведения и обработки экспериментов; правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.	
Раздел 2. Метаболизм	<i>Знает:</i> биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц; основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот; обмен веществ и энергии в клетке; основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах; <i>Умеет:</i> определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке; анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ. <i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки экспериментов; правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.	Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 2). Оценка за экзамен.	
Раздел 3. Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации	<i>Знает:</i> биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;	Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 3). Оценка за экзамен.	

	молекулярный инструментальный генной инженерии; генетические основы эволюции. <i>Умеет:</i> анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ. <i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки экспериментов; правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.	

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы биохимии и молекулярной биологии»
основной образовательной программы
 19.03.01 «Биотехнология»
 Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.т.н., доцентом, профессором кафедры биотехнологии С.В. Калёновым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»** относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии и основ биотехнологии, а также процессов и аппаратов химической технологии.

Цель дисциплины - ознакомление студентов с основами проектирования предприятий биотехнологической промышленности и отдельных стадий технологического процесса, обучение студентов навыкам расчета специальной аппаратуры для биотехнологических производств и формирует у будущих бакалавров комплексный подход к рассмотрению конкретных биотехнологических или экобиотехнологических вопросов, встающих перед биотехнологом.

К **задачам** дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для:

- оценки мощности перспективного производства, организации выпуска нового вида продукции;
- технологического оформления физико-химических процессов, применяемых в производствах;
- совершенствования технологии и аппаратурного оформления;
- контроля экологической безопасности, решение вопросов охраны труда и техники безопасности в соответствии с современными требованиями;
- снижения энергоёмкости производства, использование энергосберегающих технологий;
- достижения оптимальных технико-экономических показателей производства при максимальной автоматизации производства и компьютеризации управления технологическими процессами;
- контроля производства, согласно требованиям, предъявляемым к качеству готовой продукции (соответствие производства требованиям НТД: ГОСТ, ОСТ, GMP).

Дисциплина **«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»** преподается в 6-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов.

	документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:	использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе
			ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	

	– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	медицинского, экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.

	— средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.

Знать:

- подходы к проектированию биотехнологических производств;
- основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов;
- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса;
- экономические критерии оптимизации производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах;
- модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики;
- методы и режимы культивирования;
- аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем;

Уметь:

- разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса;
- проводить расчет материальных и энергетических балансов;
- выбрать и компоновать оборудование для конкретного производства;
- провести оценку эффективности используемого оборудования;
- составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами;
- регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности;
- рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем;
- пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

Владеть:

- методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса;
- методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред;
- методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования;
- методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем;
- методами оценки эффективности биотехнологического процесса;
- основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.

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:	3,11	112	84
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	2,22	80	60
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,89	32	24
Контактная самостоятельная работа	0,89	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		31,6	23,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов				
		всего	лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Введение	2	2	0	0	0
1.	Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля	24	14	6	0	4
2.	Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации	26	16	6	0	4
3.	Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования	26	16	6	0	4
4.	Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования	30	16	6	0	8
5.	Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации	36	16	8	0	12
5.1	Анализ типовых технологических схем, моделирование, масштабирование биотехнологических процессов	10	4	2	0	4
5.2	Расчет и аппаратурное оформление дополнительных стадий, процессов разделения многокомпонентных систем	10	4	2	0	4
5.3	Критерии оптимизации биотехнологических процессов	8	4	2	0	2

5.4	Методы и приборы для анализа и контроля биотехнологических процессов, современные программные средства организации производственного процесса	8	4	2	0	2
	ИТОГО	144	80	32	0	32

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Задачи и содержание дисциплины. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами.

Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля. Составление технико-экономического обоснования проекта. Технический проект. Методы разработки технологической схемы. Сравнение альтернативных решений по каждой стадии. Стадии хранения и размножения посевного материала, подготовки сырья, приготовления питательных сред, стерилизации потоков и оборудования. Рабочие чертежи. Расчет технологических схем. Основные сведения о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91).

Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации. Стехиометрия микробиологического синтеза. Методы расчета стехиометрических коэффициентов. Порядок составления материального баланса биосинтеза. Теплота жизнедеятельности.

Влияние условий культивирования на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к биомассе. Концентрационные ямы по кислороду. Массопередача углекислого газа. Массообменные характеристики ферментера. Расчет объемного коэффициента массопередачи.

Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования. Способы стерилизации жидкостей. Термическая стерилизация. Кинетика гибели микроорганизмов. Влияние температуры. Критерии стерилизации. Периодическая и непрерывная стерилизация. Разработка технологических схем стерилизации жидкостей. Стерилизация воздуха. Особенности стерилизующей фильтрации воздуха. Технологические схемы сжатия и очистки воздуха. Стерилизация оборудования, деконтаминация воздуха в производственных помещениях.

Методы аэрирования в ферментерах. Оценка уровня аэрирования. Перемешивание при ферментации. Виды перемешивания: механическое, пневматическое и комбинированное.

Пенообразование и пеногашение. Пенообразующая способность. Сравнение методов пеногашения: химические, механические, комбинированные и технологические.

Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования. Ферментационное оборудование, его классификация, выбор конструкционных материалов. Сравнение ферментеров. Критерии выбора ферментера для конкретного производства. Методы определения величины коэффициента массопередачи. Моделирование ферментеров.

Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации.

5.1. Анализ типовых технологических схем, моделирование, масштабирование биотехнологических процессов. Синтез технологических схем; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.

5.2. Расчет и аппаратурное оформление дополнительных стадий, процессов разделения многокомпонентных систем. Расчет и аппаратурное оформление процессов разделения многокомпонентных систем: растворения, кристаллизации, адсорбции, абсорбции, ионного обмена, экстракции, флотации, флокуляции, осаждения, фильтрации, мембранного разделения, сепарации и центрифугирования, вакуум-выпарки, сушки; аппаратурное оформление стадий приема, хранения, дозировки и транспортировки сырья.

5.3. Критерии оптимизации биотехнологических процессов. Структуры математических моделей производства; экономические критерии оптимизации производства. Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса.

5.4. Методы и приборы для анализа и контроля биотехнологических процессов, современные программные средства организации производственного процесса. Контроль и автоматизация ферментационных процессов и процессов разделения. Измеряемые и автоматически регулируемые параметры. Типы и основные особенности измерительных устройств, средств контроля по месту. Современные программные средства передачи данных, дистанционного доступа и контроля.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел				
		1	2	3	4	5
	<i>Знать:</i>					
1	подходы к проектированию биотехнологических производств	+				+
2	основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов	+			+	+
3	основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства	+			+	+
4	способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса			+	+	+
5	экономические критерии оптимизации производства				+	+
6	особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов		+	+	+	+
7	биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах		+	+	+	+
8	модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики		+	+	+	
9	методы и режимы культивирования		+	+	+	
10	аппаратурное оформление процессов разделения многокомпонентных систем			+	+	+
	<i>Уметь:</i>					
11	разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса	+		+	+	+
12	проводить расчет материальных и энергетических балансов		+	+	+	
13	выбрать и скомпоновать оборудование для конкретного производства	+		+	+	+
14	провести оценку эффективности используемого оборудования			+	+	+
15	составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами	+				+
16	регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности		+	+	+	+
17	рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем			+	+	+
18	пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля					+
19	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и	+				+

	сертификации сырья и продукции						
	Владеть						
20	методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса	+	+	+	+	+	
21	методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред			+			
22	методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования		+	+	+		
23	методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем			+			+
24	методами оценки эффективности биотехнологического процесса		+				+
25	основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса						+
26	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции	+					+
27	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства	+					+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
28	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	+	+	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза,	+	+	+	+	+

		биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.					
		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Составление технико-экономического обоснования проекта.	3
2	1	Расчет технологических схем, рабочие чертежи, ТЭО в соответствии с основными сведениями о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91).	3
3	2	Расчет материального и энергетического баланса процесса биосинтеза.	3
4	2	Расчет тепло-массообменных характеристик ферментера.	3
5	3	Аргументация выбора схемы стерилизации потоков. Примеры расчета по теме стерилизации.	3
6	3	Виды перемешивания, оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для различных типов аппаратов.	3
7	4	Критерии выбора ферментера. Конструктивные особенности, чертежи общего вида.	3
8	4	Моделирование ферментеров.	3
9	5	Масштабирование и оптимизация биотехнологических схем и процессов.	2
10	5	Расчет и аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем, выделение продуктов синтеза.	2
11	5	Экономические критерии оптимизации производства.	2
12	5	Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса, контроль и автоматизация ферментационных процессов.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к практическим занятиям в форме коллоквиума с использованием кейс-технологий;

- 3) выполнение индивидуального контрольного задания;
- 4) подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

7.1. Примерные темы заданий для самостоятельной работы с применением кейс-технологий приведены ниже:

1. Составление материально-энергетического баланса процессов культивирования микроорганизмов/клеток растений/клеток животных.
2. Расчет и оптимизация параметров стерилизации.
3. Оценка процессов массопередачи для ферментеров с различными типами перемешивающих устройств. Технологический расчет ферментеров.
4. Расчет основных параметров, характеристик ферментера.
5. Автоматизация биотехнологических процессов.
6. Тепловой расчет ферментеров, конструкции теплообменных устройств.
7. Применение методов, критериев оптимизации для выбора вариантов технологической схемы.

Порядок выполнения заданий:

- объединение студентов в группы по 2-3 человека, обсуждение и выбор темы;
- анализ современного состояния дел в рассматриваемой области на основе иностранных и отечественных публикаций;
- работа в группе по созданию связанного обзора рассматриваемой темы из отобранных публикаций (не менее 1-ой публикации на студента);
- создание презентации и аргументированный доклад группы с последующим обсуждением и ответами на вопросы.

7.2. Пример индивидуального контрольного задания.

При самостоятельной работе по выполнению индивидуального контрольного задания студент должен использовать основную и дополнительную литературу по курсу, а также активно пользоваться научной литературой, патентной документацией, электронными поисковыми системами, базами данных и Интернет-ресурсами. В контрольное задание входят связанные между собой задачи:

Задача 1. Составить материально-энергетический баланс процесса культивирования бактерий на метаноле с определением суммарного тепловыделения при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации _____ кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата _____ кг/кг;
- степень утилизации субстрата _____ %;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода _____-% (об.), степень его утилизации _____ %.

Для расчета использовать литературные данные по составу среды культивирования, исходной и конечной концентрации субстрата.

Задача 2. Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера струйного типа при следующих условиях:

- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью _____ ати;
- рабочее давление на входе в ферментер _____ ати;
- концентрация растворенного кислорода _____ г/куб.м.

Схематично изобразить ферментер и обозначить основные его элементы.

Задача 3. Определить количество аппаратов и провести расчет ферментеров, приняв отношение слоя жидкости к диаметру аппарата _____, рабочий объем аппарата не более _____ куб.м при объемном коэффициенте массопередачи _____ 1/час.

Задача 4. Произвести тепловой расчет выбранного аппарата при условии, что температура культивирования _____ °С, а охлаждающей воды: вход _____ °С, выход _____ °С. Выбрать теплообменник.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (1- раздел 1-2, 2 – раздел 3, 3 – разделы – 4-5). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

- 1.Подходы к разработке технологических схем биотехнологических производств.
- 2.Расчет материального баланса стадии ферментации. Исходные данные для расчета, методы их определения.
- 3.Логистика и взаимосвязь стадий биотехнологического производства.

Вопрос 1.2.

1.Вывести стехиометрическое уравнение процесса культивирования бактерий на метаноле, определить коэффициент энергетического обмена, основные расходные коэффициенты, теплоту жизнедеятельности и суммарное тепловыделение при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 260 кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата 0,63 кг/кг.

2.Вывести стехиометрическое уравнение процесса культивирования дрожжей на этаноле, определить коэффициент энергетического обмена, основные расходные коэффициенты, теплоту жизнедеятельности и суммарное тепловыделение при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 200 кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата 0,64 кг/кг;

3.Вывести стехиометрическое уравнение процесса культивирования дрожжей на гексадекане, определить коэффициент энергетического обмена, основные расходные коэффициенты, теплоту жизнедеятельности и суммарное тепловыделение при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 300 кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата 1,05 кг/кг;

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

Вопрос 2.1.

- 1.Объемный коэффициент массопередачи, методы измерения, физический смысл, размерность.
- 2.Проблемы и способы стерилизации воздуха.
- 3.Основные показатели стерилизации жидких потоков.

Вопрос 2.2.

1.Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера струйного типа при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 260 кг АСВ/час;
- расходный коэффициент по кислороду 0,75 кг O₂/кг X;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода 23 % (об.), объемная доля кислорода в выходящем газе 18 %;
- скорость разбавления 0,25 ч⁻¹;
- температура ферментации 35 °С;
- концентрация биомассы 7 г/л;
- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью 1,2 ати;
- рабочее давление на входе в ферментер 3,7 ати;
- концентрация растворенного кислорода 0,25 г/куб.м.

2. Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера барботажного типа при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 200 кг АСВ/час;
- расходный коэффициент по кислороду 0,9 кг O₂/кг X;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода 25 % (об.), объемная доля кислорода в выходящем газе 19 %;
- скорость разбавления 0,3 ч⁻¹;
- температура ферментации 30 °С;
- концентрация биомассы 10 г/л;
- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью 0,5 ати;
- рабочее давление на входе в ферментер 3,2 ати;
- концентрация растворенного кислорода 0,18 г/куб.м.

3. Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера с самовсасывающей мешалкой при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 300 кг АСВ/час;
- расходный коэффициент по кислороду 1,3 кг O₂/кг X;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода 21 % (об.), объемная доля кислорода в выходящем газе 16 %;
- скорость разбавления 0,35 ч⁻¹;
- температура ферментации 33 °С;
- концентрация биомассы 20 г/л;
- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью 0,3 ати;
- концентрация растворенного кислорода 0,16 г/куб.м.

Разделы 4-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1

1. Расчет поверхности теплообмена в ферментерах.
2. Методы и критерии сравнения ферментеров различных конструкций и размеров.
3. Технологический расчет ферментеров II группы.

Вопрос 3.2.

1. Технологический расчет ферментеров III группы.
2. Факторы, на которые влияет степень перемешивания ферментера. Количественные оценки такого влияния.
3. Построение математических моделей ферментера. Сочетание математического и физического моделирования.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-й семестр – зачет с оценкой).

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

1. Подходы к разработке технологических схем микробиологических производств.
2. Взаимосвязь моделирования и масштабирования при расчете ферментеров.
3. Материальный баланс роста культуры.
4. Перечень и обоснование контролируемых параметров при ферментации. Связь между параметрами.
5. Энергетический баланс роста культуры.
6. Технологический расчет ферментеров II группы.
7. Стехиометрия роста культуры.
8. Расчет поверхности теплообмена в ферментерах.
9. Влияние условий культивирования на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата.
10. Технологический расчет ферментеров I группы.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой (6 семестр) – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой 6-ой семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине **«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»** проводится в 6-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология
	Дисциплина «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»
Билет № 1	
1. Подходы к разработке технологических схем микробиологических производств. 2. Взаимосвязь моделирования и масштабирования при расчете ферментеров.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Винаров А.Ю., Гордеев Л.С., Кухаренко А.А., Панфилов В.И., под ред Быкова В.А. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд., перераб. и доп. (Серия: Бакалавр. Академический курс). – Издательство Юрайт Москва, 2018. – 275 с.

2. Номер методички: 3586 | Свитцов А.А. Основное ферментационное оборудование микробиологических производств [Текст]: Учебное пособие / А.А. Свитцов, 1987. - 41 с
Электронная копия доступна только в компьютерном и читальных залах ИБЦ.

Б Дополнительная литература

1. Макарова А.С., Кареткин Б.А., Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кудрявцева Е.И., Васильева Е.Г., Панфилов В.И. Государственное регулирование в области биотехнологий. – Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева Издательский центр Москва, 2015. — 128 с.

2. Кафаров В.В., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С. Моделирование биохимических реакторов. – М., 1979.

3. Градова Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств [Текст]: Учебное пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, 2010. - 135 с. / 149 экз.

4. Бурова, Т. Е. Экологическая биотехнология: учеб. пособие / Т. Е. Бурова, О. Б. Иванченко - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2018. - 176 с. - ISBN 978-5-98879-204-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988792048.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа: по подписке.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций по некоторым разделам дисциплины;
- 2) банк заданий для рейтингового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 3) варианты заданий для самостоятельной работы.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12 ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля	Знает: подходы к проектированию биотехнологических производств, основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства. Умеет: разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса, составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами. Владет: подходами к составлению технико-экономического обоснования проекта, основными сведениями о правилах организации производства.	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр) Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)

Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации.	Знает: биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах, порядок составления материального и энергетического баланса биосинтеза. Умеет: проводить расчет материальных и энергетических балансов. Владеет: методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса.	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр) Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)
Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования.	Знает: способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса. Умеет: производить расчет массообменных характеристик. Владеет: методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования, методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред.	Оценка за контрольную работу №2 (6-ой семестр) Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)
Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования	Знает: основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики, методы и режимы культивирования. Умеет: регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности. Владеет: методами определения величины коэффициента массопередачи, оценочным моделированием ферментеров.	Оценка за контрольную работу №3 (6-ой семестр) Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)
Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации.	Знает: аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем, экономические критерии оптимизации производства. Умеет: выбрать и скомпоновать оборудование для конкретного производства, провести оценку эффективности используемого	Оценка за контрольную работу №3 (6-ой семестр) Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)

	оборудования, рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем, пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции, выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем, методами оценки эффективности биотехнологического процесса, основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.	

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ ЭНЗИМОЛОГИИ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.т.н., доцентом, профессором кафедры биотехнологии А.А. Беловым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы энзимологии»** относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, биофизической химии, основ биокинетики.

Основы энзимологии – это научно-техническое направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии. Основы энзимологии — это отрасль биотехнологии, базирующаяся на исследовании свойств ферментов (или ферментных систем) в изолированном состоянии или в составе живых клеток. Биообъект здесь - фермент (или комплекс ферментов). Методы, используемые в энзимологии, можно подразделить на три группы: первые относятся к выделению ферментов в чистом виде, вторые связаны с изучением механизмов катализа и кинетики ферментативных реакций, а третьи – с изучением структуры ферментов.

Цель дисциплины: освоение студентами основных принципов и теоретических положений энзимологии; формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; освоение методов анализа и исследования свойств ферментов.

Задачи дисциплины – приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части проведения биотехнологических исследований систем с участием ферментов, так и в части обеспечения проведения мероприятий при проведении биохимической аналитической работе, участие в диагностике и экспертизе, сертификации продуктов энзиматического производства.

Энзимология является основой всех биологических дисциплин, поскольку все процессы жизнедеятельности протекают с участием ферментов и ферментативных систем. Первоначально являющаяся разделом биохимии, энзимология в настоящее время – самостоятельная наука, оказывающая влияние на получение фундаментальных знаний в различных областях биологии. Ферменты широко применяются в промышленности, биотехнологических процессах, медицине, сельском хозяйстве.

Бакалавр-биотехнолог должен иметь представление о ферментах как эффективных и специфичных биокатализаторах, их свойствах, организации внутри клетки и регуляции ферментативной активности на разных уровнях.

Дисциплина **«Основы энзимологии»** преподается в 8-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: — получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

	– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего
			ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	

				образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области

				создания биотехнических систем и технологий.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах;
- строение ферментов;
- простые и сложные ферменты;
- механизм ферментативной реакции;
- кинетика ферментативных реакций;
- методы выделения и очистки ферментов;
- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток;
- регуляция ферментативной активности;
- применение ферментов.

Уметь:

- применять приемы номенклатуры ферментов;
- давать характеристику важнейшим из них;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации ферментсодержащего сырья и продукции;
- определять параметры ферментсодержащего сырья и продукции при их сертификации;

Владеть:

- приемами и навыками работы с ферментами;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств ферментов;
- методами анализа ферментативной активности;
- методами анализа белков;
- методами планирования, проведения и обработки энзимологических экспериментов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,0	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практ. занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
	Введение. Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр.	6	0	2	0	2	0	0	0	2
1	Модуль 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
2	Модуль 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
3	Модуль 3. Исследование каталитических свойств ферментов.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
	ИТОГО	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр, простетические группы и кофакторы. Отличие ферментов от небиологических катализаторов. Номенклатура и классификация ферментов. Шесть классов ферментов.

Раздел 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов. Структура ферментов. Первичная структура белков и методы ее определения. Вторичная, третичная и четвертичная структуры и их роль в функционировании ферментов. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов. Механизмы действия ферментов. Идентификации аминокислотных остатков в активных центрах: химическая модификация и кинетические методы.

Раздел 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.

Критерии чистоты ферментов. Хранение очищенных ферментов. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов. Различные способы выражения активности ферментов. Различные способы выражения активности ферментов. Удельная и молекулярная активность, число оборотов. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов. Спектрофотометрические и флуоресцентные методы. Электродные и поляриметрические методы. Манометрические методы. Использование колориметрических и хроматографических методов.

Раздел 3. Исследование каталитических свойств ферментов. Общие правила работы с ферментами. Методы определения ферментативной активности. Отбор проб и непрерывные методы. Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Эмпирические правила. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Эмпирические правила. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Эмпирические правила.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<i>Знать:</i>			
1	- фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах;	+		+
2	- строение ферментов;	+		+
3	- простые и сложные ферменты;	+		
4	- механизм ферментативной реакции;		+	
5	- кинетика ферментативных реакций;		+	
6	- методы выделения и очистки ферментов;		+	
7	- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток; регуляция ферментативной активности;	+	+	+
8	- применение ферментов.			+
	<i>Уметь:</i>			
9	- применять приемы номенклатуры ферментов;	+	+	
10	- давать характеристику важнейшим из них;	+	+	+
11	- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;	+		
12	- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации ферментсодержащего сырья и продукции;	+		+
13	- определять параметры ферментсодержащего сырья и продукции при их сертификации;	+	+	
	<i>Владеть</i>			
14	- приемами и навыками работы с ферментами;		+	
15	- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств ферментов;	+	+	

16	- методами анализа ферментативной активности;	+		+
17	- методами анализа белков;	+	+	+
18	- методами планирования, проведения и обработки энзимологических экспериментов.			
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
21	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+
		ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Модуль	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	Основные понятия энзимологии	3
1	Строение белков. Активный центр.	4
1	Выбор оптимальных методов идентификации аминокислот.	3
2	Использование индивидуальных органических растворителей в качестве осадителей и средств очистки фермента	2
2	Основные методы определения ферментативной активности. Недостатки кинетического метода	2
2	Кислотно-основной катализ ферментами. Отличия от неорганического	2
2	Нуклеофильный катализ ферментами	2
2	Основные схемы катализа ферментами. В чем отличия.	2
3	Преимущества и недостатки при исследовании ферментов методами адсорбционной спектроскопии	1
3	Сравнительный анализ природных и синтетических субстратов, используемых для определения ферментативной активности	1
3	Сравнительный анализ методов применения ИК, ЯМР и спектров КР в исследование свойств ферментов	2
3	Расчет термоинактивации ферментов используя спектры КР и УФ.	2
3	Эмпирические правила адсорбционной спектроскопии белков	2
3	Адресная доставка ферментов.	2

6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

1. регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
2. подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий СОРТ;
3. подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

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

7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии SORT «Шесть шляп мышления»

Тема: «Технология получения (очистки) ферментов»

Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)

Что представляют собой ферменты?

Для чего нужны ферменты?

Являются ли ферменты белками?

Как влияют ферменты на окружающую среду?

Как проверяют ферменты на активность?

Какие реальные опасности могут нести ферменты?

Белая шляпа (сбор фактов)

Мировое производство ферментов

Риски использования ферментов

Контроль качества ферментов

Желтая шляпа

Преимущества использования ферментов

Черная шляпа

Недостатки использования ферментов

Красная шляпа

Выражение эмоционального отношения к проблеме

Зеленая шляпа

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования ферментов

7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии

К практическому занятию по теме: «Свойства ферментов».

Порядок выполнения задания:

- охарактеризовать физико-химический состав используемого сырья при получении ферментов;
- предложить наиболее приемлемый способ выделения ферментов;
- охарактеризовать химические, биохимические, физические свойства фермента;
- охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки метода: условия хранения; количество активатора; условия очистки;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант иммобилизации, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации готовой формы.

Задание 1. Производство препарата трипсина из поджелудочной железы КРС

К практическому занятию по теме: «Методы идентификации активного центра ферментов».

Порядок выполнения задания:

- проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения ферментов;
- проанализировать физико-химический состав предложенного в задании фермента;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения фермента;
- подобрать оптимальную схему определения активного центра.

Задание 1. Предложить схему выделения, очистки и анализа трипсина медицинского назначения;

К практическому занятию по теме: «Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей.»

Порядок выполнения задания

2. используя литературные данные и интернет найти сведения о выпуске и производстве, предложенного в задании
3. проанализировать получение препаратов, предложенного в задании.
4. Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам получения ферментов медицинского назначения

Задание 1. Предложить схему получения иммобилизованных полиферментов на основе биodeградируемых носителей

К практическому занятию по теме: «Методы исследования ферментов».

Порядок выполнения задания:

1. дать характеристику методам определения активности ферментов;
2. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при иммобилизации;
3. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при хранении;
4. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при термоинактивации;

Задание 1. Предложить оптимальную схему получения трипсина, иммобилизованного на ДАЦ.

К практическому занятию по теме: «Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве»

Порядок выполнения задания

1. на основе литературных и интернет-источников дать ферментов и носителей, предложенных в задании.
2. проработать теоретический материал по методам иммобилизации
3. выбрать и обосновать выбор способа применения иммобилизованных ферментов
4. составить принципиальную схему получения нужного препарата.

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного препарата для защиты растений.

К практическому занятию по теме: «Перспективы развития индустриального биокатализа»

Порядок выполнения задания

1. изучить теоретический материал по технологии производства иммобилизованных ферментов
2. на основе изложенного в лекционном курсе теоретического материала определить место ферментов в промышленном биокатализе
3. сделать обоснованный выбор условий получения иммобилизованного фермента
4. составить и обосновать принципиальную схему стадий использования ферментов в индустриальном биокатализе

Задание 1. Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного фермента для индустриального биокатализа

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 30 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос по 20 баллов.

Вариант № 1. Основной элемент белков. Что такое ферменты? Основные классы ферментов.

Вариант № 2. Пептидная связь. Какие методы анализа белков Вы знаете? Биуретовая реакция.

Вариант № 3. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, pH, ингибитора, активатора)?

Вариант № 4. Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 30 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос по 20 баллов.

Вариант № 1. Зачем нужна иммобилизация ферментов? Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации ферментов.

Вариант № 2. В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях? Интерферирующее действие модифицированного носителя.

Вариант № 3. Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации, хранения или эксплуатации иммобилизованных ферментов?

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка 40 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос по 40 баллов.

Вариант № 1. Определение медицинской биотехнологии. Задачи, которые решает медицинская биотехнология. Значение биотехнологии для медицины.

Вариант № 2. Что такое адресная доставка лекарств? Приведите примеры технологии получения нанолечеств.

Вариант № 3. Применение бионанотехнологии в химическом и иммуноферментном анализе

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Основной элемент белков. Уровни структурной организации белков.
2. Что такое ферменты?
3. Основные классы ферментов.
4. Пептидная связь.
5. Какие методы анализа белков Вы знаете?
6. Биуретовая реакция.
7. В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях?
7. Интерферирующее действие модифицированного носителя в различных методах анализа иммобилизованного биообъекта.
8. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата?
9. Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации иммобилизованных ферментов?
10. Зачем нужна иммобилизация ферментов?
11. Методы иммобилизации ферментов.
12. Носители для иммобилизации ферментов, выбор, методы активации.
13. Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит.

14. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.
15. Методы иммобилизации биообъектов (клетки микроорганизмов, животные или растительные клетки).
16. Особенности иммобилизации клеток микроорганизмов по сравнению с ферментами.
17. Области применения иммобилизованных объектов. Преимущества и недостатки.
18. Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науки.
19. Реакторы с иммобилизованными препаратами.
20. Типы иммобилизованных биообъектов.
21. Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии.
22. Определение медицинской энзимологии.
23. Задачи, которые решает медицинская энзимология.
24. Значение энзимологии для медицины.
25. Методы идентификации активного центра ферментов.
26. Источники ферментов. Локализация ферментов в клетке.
27. Методы выделения и очистки ферментов.
28. Стабилизация ферментов.
29. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов.
30. Активные центры ферментов. Идентификация аминокислотных остатков в активных центрах: химическая модификация и кинетические методы.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета (8-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине *«Основы энзимологии»* проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология
	Дисциплина «Основы энзимологии»
Билет № 1	
1. Пептидная связь. 2. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, рН, ингибитора, активатора)? 3. Методы иммобилизации ферментов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Суясов Н.А., Дудникова Е.А., Хабибулина Н.В., Баурина М.М. Биофизическая химия. Сборник примеров и задач: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2010. - 108 с.
2. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера.-М.: БИНОМ, 2015.-Т.1-3.

Б. Дополнительная литература

Луценко Н.Г., Калёнов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч. – Ч. 1 : Курс лекций. – 2-е изд., испр. И доп: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2011. - 156 с.

Луценко Н.Г., Калёнов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч.– Ч. 2. Информационные материалы к лекциям: Учеб. пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2011. - 104 с.

Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 88 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12.) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13.) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
2. банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

4. банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов.	Знает: основы энзимологии, строение и функции белковых ферментов; строение и функции активных центров ферментов; основные принципы механизмов ферментативного катализа; Умеет: определять количество белка в пробе, определять ферментативные активности, определять количество активных центров в молекуле фермента; Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.	Знает: основы химии белка Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)

Раздел 3. Исследование каталитических свойств ферментов.	Знает: Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Умеет: Владеет: методами определения ферментативной активности, методами работы с ферментами;	Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр).

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы энзимологии»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Пищевая биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, профессором кафедры биотехнологии И.В. Шакир

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Пищевая биотехнология»** относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии и основ биотехнологии.

Пищевая биотехнология - перспективное направление науки. Сейчас пищевая промышленность превратилась в мощную отрасль народного хозяйства. Использование классических и внедрение новых технологий производства пищи, внедрение в строй современных производств по выработке новых продуктов питания, вкусовых добавок диктует необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов в этой области.

Пищевая биотехнология является перспективным направлением в перерабатывающей промышленности, изучает биотехнологический потенциал сырья животного и растительного происхождения и пищевых добавок, в качестве которых используются новые ферментные препараты, продукты микробного синтеза, новые виды БАВ и многокомпонентные добавки. Дает комплекс знаний в области технологии и проектирования пищевых продуктов традиционного и нового поколения, функциональных и лечебно-профилактических изделий, пищевых и биологически активных веществ и добавок, комбинированных и обогащенных пищевых продуктов, а также биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

Цель дисциплины - научить студентов основам технологических процессов производства пищевой продукции с использованием микроорганизмов, ферментных препаратов, а также добавок пищевых и биологически активных веществ;

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с классическими технологиями получения пищевых продуктов, а также с разработкой новых видов продукции лечебно-профилактического назначения, биологически активных веществ, пищевых добавок и др.;

- развитие способностей к анализу полученной информации о составе продуктов, изучению способов конструирования различных современных комбинированных продуктов питания.

Дисциплина **«Пищевая биотехнология»** преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий;	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по

	– разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:	использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях. ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки

	– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья,			высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского,

	полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном

				производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов

				для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- экономические критерии оптимизации производства;
- основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

Уметь:

- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

Владеть:

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практиче ские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение	8	0	4	0	4	0	0	0	0
1	Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности.	28	0	12	0	12	0	0	0	4
2	Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения.	18	0	8	0	8	0	0	0	2
3	Раздел 3. Новые формы белковой пищи.	18	0	8	0	8	0	0	0	2
	ИТОГО:	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Современное состояние пищевой биотехнологии.

Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности. Пищевые кислоты (лимонная, молочная, уксусная). Аминокислоты. Липиды. Витамины. Ферментные препараты. Биомасса микроорганизмов как источник белка. Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности. Хлебопекарные дрожжи и их экспертиза. Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем (подкислители, усилители вкуса, ароматизаторы, красители, загустители и др.).

Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения. Молочные продукты и их классификация в зависимости от используемых заквасок. Процессы, протекающие при ферментации молока. Микроорганизмы, входящие в состав заквасок. Функциональная роль бактерий. Бифидопродукты. Биотехнологические процессы в производстве мясных и рыбных продуктов. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Бродильные производства. Пивоварение. Особенности производства различных спиртосодержащих продуктов. Хлебопечение. Производство фруктовых соков. Микромицеты в производстве продуктов растительного происхождения.

Раздел 3. Новые формы белковой пищи. Белок как сырье для производства новых форм пищи. Основные критерии качества пищевого белка. Функциональные свойства белка (растворимость и гелеобразующие свойства). Получение пищевого белка. Антипитательные компоненты белкового сырья. Выбор рациональной технологии выделения белка. Белки бобов сои, белковые изоляты из шрота семян подсолнечника. Грибы как источник белка. Основные процессы переработки белка в новые формы пищи. Ресурсосберегающие технологии комплексной переработки листостебельной биомассы сеяных трав и других видов растительного сырья. Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками. Комбинированные пищевые продукты. Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате изучения дисциплины студент должен	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<i>Знать:</i>			
1	основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.	+		
2	принципиальную схему биотехнологического производства.	+	+	+
3	экономические критерии оптимизации производства.	+		
4	основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними.	+		
5	биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения.		+	
6	закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.		+	
7	методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.		+	+
	<i>Уметь:</i>			
8	осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.	+	+	+
9	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.			+
10	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.			+
11	определять параметры сырья и продукции при их сертификации.	+	+	
12	выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства	+	+	
	<i>Владеть:</i>			
13	методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;	+		
14	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	+	+	+
15	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;	+		+
16	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>				

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
17	ПК-1. Способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности, основные особенности сырья, материалов, полупродуктов и продуктов, получаемых и используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий, навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности.	4
2	1	Хлебопекарные дрожжи и их экспертиза.	4
3	1	Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем (подкислители, усилители вкуса, ароматизаторы, красители, загустители и др.).	4
4	2	Бродильные производства. Пивоварение.	4
5	2	Особенности производства различных спиртосодержащих продуктов.	2
6	2	Хлебопечение	2
7	3	Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.	4
8	3	Комбинированные пищевые продукты.	2
9	3	Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с периодическими изданиями и с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

В-1. Принципиальная технологическая схема получения пищевых кислот на примере лимонной кислоты.

В-2. Принципиальная технологическая схема получения пищевых кислот на примере молочной кислоты

В-3. Принципиальная технологическая схема получения пищевых кислот на примере уксусной кислоты.

В-4. Принципиальная технологическая схема получения каротиноидов.

В-5. Принципиальная технологическая схема получения ферментных препаратов при поверхностном культивировании микроорганизмов.

В-6. Принципиальная технологическая схема получения ферментных препаратов при глубинном культивировании микроорганизмов.

В-7. Принципиальная технологическая схема получения пекарских дрожжей и т.д.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

В-1. Современные загустители.

В-2. Получение стойких красителей биотехнологическими методами.

В-3. Требования к ароматизаторам, используемым в пищевой промышленности.

В-4. Усилители вкуса.

В-5. Классификация подсластителей. Подсластители растительного происхождения и т.д.

В-6. Виды модифицированных крахмалов.

В-7. Роль пищевых добавок в производстве продуктов быстрого приготовления.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

В-1. Пробиотики и пребиотики. Синбиотики.

В-2. Получение текстурированных белков – принципиальная схема.

В-3. Принципиальная схема выделения белка из растительных источников.

В-4. Антипитательные компоненты белкового сырья.

В-5. Комбинированные пищевые продукты. Конструирование.

В-6. Микробиологический контроль продовольственного сырья.

В-7. Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Какие микроорганизмы используются в производстве алкогольных напитков?

Пивоварение как биотехнологический процесс. Перспективы развития пивоварения.

Основные требования к микроорганизмам, используемым при получении спиртопродуктов.

Перечислите основное сырье и стадии процесса производства этанола.

Биотехнологические процессы в хлебопечении.

«Картофельная болезнь» хлеба и меры борьбы с ней.

Какие биотехнологические процессы используются для получения консервированных плодов и овощей.

Расскажите о преимуществах ферментативного способа переработки крахмала.

Ферментированные продукты из сои. Краткая характеристика

Особенности технологии получения сахара из сахарной свеклы.

Особенности технологии получения сахара из сахарного тростника.

Биотехнологические процессы в получении соевого соуса.

В чем сущность процесса сатурации?

Перечислите перспективные направления развития пищевой биотехнологии.

Требования к сырью, предъявляемые при получении крахмала.

Технология получения спирта из молочной сыворотки.

Особенности технологии получения сахара-рафинада.

Процесс сульфитации. Что это такое?

Источники крахмала.

Основные потребители крахмала.

Основные направления применения крахмала.

Основные направления применения модифицированных крахмалов.

Варианты модификации крахмала.

Варианты использования крахмальной патоки в биотехнологии.

Технология получения рисового крахмала. Особенности.

Характеристика муки для хлебопекарного производства.

Глютен и клейковина – дайте определения.

Что такое целиакия?

Основные ферменты и ферментные препараты, используемые в хлебопечении.

Проблема утилизации пивной дробины.

Варианты использования пивной дробины в биотехнологических процессах.

Варианты использования пивной дробины в пищевой промышленности.

Отходы, возникающие при производстве сахара из сахарной свеклы. Предложите варианты использования их в биотехнологических процессах.

Отходы, возникающие при производстве сахара из сахарного тростника, и варианты использования их в биотехнологических процессах.

Предложите варианты использования отходов, возникающих при получении крахмала из риса.

Предложите варианты использования отходов, возникающих при получении крахмала из клубней картофеля.

Особенности технологии получения крахмала из кукурузы.

Отходы, возникающие при получении крахмала из кукурузы, и варианты их применения в биотехнологических процессах.

Особенности технологии ферментированных продуктов из сои.

Варианты комплексной переработки клубней топинамбура.

Современные технологии получения фруктозных сиропов.

Современные технологии получения глюкозо-фруктозных сиропов.

Зачем необходимо модифицировать крахмал?

Хлеб специального назначения. Что это такое? Приведите примеры.

Применение пищевых добавок при хлебопечении.

Какие побочные продукты образуются при получении сахара из сахарной свеклы? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при получении крахмала из клубней картофеля? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при пивоварении? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при получении крахмала из кукурузных зерен? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при получении сахара из сахарного тростника? Предложите варианты их использования.

Органические кислоты, полученные микробиологическим синтезом, предпочтительнее использовать в пищевой промышленности, чем кислоты, полученные органическим синтезом. Почему?

Назовите микроорганизмы- продуценты уксусной кислоты.

Приведите уравнение процесса образования уксусной кислоты.

Перечислите товарные формы уксусной кислоты. Отличаются ли технологии получения различных товарных форм?

Особенности культивирования микроорганизмов-продуцентов уксусной кислоты.

Укажите основные культуральные и морфологические признаки основных штаммов-продуцентов уксусной кислоты.

Факторы, влияющие на процесс культивирования уксуснокислых бактерий.

Современный способ промышленного получения уксусной кислоты. Основные отличия от классических вариантов.

Интенсивная технология получения молочного сахара.

Варианты использования молочной сыворотки.

Применение сывороточных концентратов при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

Продукты на основе молочной сыворотки. Заменители цельного молока. Варианты применения.

Основные этапы получения лимонной кислоты. Механизм синтеза лимонной кислоты.

Какие микроорганизмы применяются для получения молочной и уксусной кислот?

Условия культивирования микроорганизмов при производстве молочной кислоты.

Состав питательных сред для промышленного производства уксусной кислоты.

Использование иммобилизованных клеток в производстве уксусной кислоты.

Применение органических кислот в пищевой промышленности.

В чем отличие ферментов от ферментных препаратов?

Что такое «активность ферментного препарата»?

Перечислите основные источники получения ферментов растительного происхождения. Дайте краткую характеристику.

Перечислите основные источники получения ферментов животного происхождения. Дайте краткую характеристику

Перечислите, какие микроорганизмы применяют для промышленного производства ферментных препаратов.

Какие способы культивирования микроорганизмов используют при производстве ферментных препаратов?

По какому принципу составляется название ферментного препарата микробного происхождения?

Какие ферментные препараты наиболее широко используются в пищевой промышленности?

Области применения амилалитических ферментов.

В каких отраслях пищевой промышленности используются пектолитические ферменты?

Назовите продуценты и область применения целлюлаз.

Что такое иммобилизованные ферменты, в чем их преимущество?

Что такое фитоэстрогены? Что служит источником фитоэстрогенов?

Пробиотики и пребиотики. Дайте определение.

Что такое закваска, как готовят лабораторную и производственную закваски для кисломолочных продуктов ?

Какие бывают формы заквасок и условия их хранения?

Пороки заквасок и варианты их устранения.

Типы кисломолочных продуктов в зависимости от состава микрофлоры заквасок.

Приведите реакции, протекающие в молоке при сквашивании.

Какие микроорганизмы входят в состав заквасок для получения кисломолочных продуктов?

Состав заквасок для получения таких продуктов, как йогурт, сметана, пахта. Основные отличия.

Ассортимент современных бифидопродуктов.

Расскажите о применении ферментов и живых микроорганизмов в сыроделии.

Назовите способы обработки мяса ферментными препаратами. В чем преимущества и недостатки каждого способа?

Современные пищевые добавки. Классификация.

Молочная сыворотка. Состав и использование в биотехнологических процессах.

Технология получения лактозы. Применение лактозы.

Технология получения казеина. Свойства казеина.

Продукты глубокой переработки молока. Сывороточные белки.

Процессы, протекающие при ферментации молока. Микроорганизмы, входящие в состав заквасок.

На каких стадиях производства фруктовых соков применяют ферментные препараты и какие?

Подсластители растительного происхождения.

Современные красители для пищевой промышленности, получаемые методами биотехнологии.

Чем отличаются белковые изоляты, белковые концентраты и белковые продукты?

Целевое назначение белковых концентратов и изолятов.

Виды сырья для получения белковых концентратов.

Основные отличия технологии получения белковых продуктов из различных видов сырья.

Какие способы используют для выделения и очистки белковых концентратов и изолятов?

С какой целью в технологии белковых изолятов используют ферментные препараты?

Какие методы используются в лабораторной практике для выделения белков и их количественного определения?

От каких факторов зависит эффективность выделения белка?

К какой группе белоксодержащих продуктов относятся выделенные из муки злаковых и бобовых культур образцы?

В чем заключается сущность биуретового метода определения концентрации белков?

Каковы преимущества микробного белка перед другими источниками белка?

Требования к продуцентам пищевого белка (дрожжи, бактерии).

Достоинства и недостатки получения белка с помощью дрожжей.

Достоинства и недостатки получения белка с помощью микроскопических грибов.

Достоинства и недостатки получения белка с помощью бактерий.

Достоинства и недостатки получения белка культивированием водорослей.

Основные стадии процесса производства микробных белковых препаратов.

Использование молочной сыворотки в качестве питательной среды при производстве белковых препаратов.

Основные формы использования микробного белка.

Состав питательной среды при промышленном производстве хлебопекарных дрожжей.

Какие способы культивирования используются при производстве хлебопекарных дрожжей?

В чем суть приточного метода?

Отделение биомассы дрожжей от культуральной жидкости. Основные приемы.

Назовите товарные формы хлебопекарных дрожжей.

По каким показателям проводят экспертизу качества хлебопекарных дрожжей?

Что такое биологическая чистота дрожжей?

Что такое подъемная сила хлебопекарных дрожжей?

Основные направления развития пищевой биотехнологии.

Какая биотехнологическая продукция используется в пищевой промышленности?

Применение пищевых добавок и ингредиентов, полученных биотехнологическим путем.

Антипитательные компоненты белкового сырья.

Грибы как источник пищевого белка.

Новые формы белковой пищи.

Что такое трансгенные продукты? С какой целью создают генетические модифицированные растения?

Функциональные свойства белка.

Основные критерии качества пищевого белка.

Пищевые добавки. Классификация.

Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем.

Листостебельная биомасса как источник современных красителей.

Коэффициент сладости. Современные подсластители.

Современные усилители вкуса.

Современные красители, получаемые методами биотехнологии.

Регуляторы кислотности, получаемые методами биотехнологии.

Современные ароматизаторы, применяемые при производстве пищевых продуктов.

Современные направления управления качеством продукции. Биологическая безопасность продовольственного сырья.

Комбинированные пищевые продукты.

Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.

Вторичное сырье как источник получения пищевых веществ.

Основные приемы и методы, используемые при выделении белка из растительного сырья.

Соевый соус как продукт биотехнологического процесса.

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

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

Зачет с оценкой по дисциплине «*Пищевая биотехнология*» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20 __ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология
	Дисциплина «Пищевая биотехнология»

Билет № 1

1. Перечислите основное сырье и стадии процесса производства этанола.
2. Приведите уравнение процесса образования уксусной кислоты.
3. Вторичное сырье как источник получения пищевых веществ.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Шакир И.В., Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кареткин Б.А., Грошева В.Д., Панфилов В.И. Биополимеры растений. Биоконверсия первичного и вторичного растительного сырья: учебное пособие – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.-180 с.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. -3-е изд., перераб. и доп. М.: Элевар, 2000 . – 512 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Галынкин, В. А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов : Справочник / В. А. Галынкин и др. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. - ISBN 978-5-903090-01-X. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978590309001X.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.
2. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — ISBN 978-5-7882-0830-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Биотехнология [Текст] : В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.6: Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В. А. Быков [и др.], 1987. - 143 с.
4. Градова Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств [Текст]: Учебное пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, 2010. - 135 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8 , (общее число слайдов – 130);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – _100);
- - электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 72).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Пищевая биотехнология*» проводятся в форме лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; образцы некоторых пищевых продуктов (подсластители, ароматизаторы и др.).

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты основных производителей.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности.	Знает: основные принципы организации биотехнологического производства (производство пищевых кислот (лимонной, молочной, уксусной), аминокислот, липидов, витаминов, ферментных препаратов и др.), его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. Умеет: выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) Оценка за зачет (6 семестр)
Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения.	Знает: основные принципы организации биотехнологического производства кисломолочных и функциональных продуктов, продуктов пивоварения, хлебопечения и др., его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки,	Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр) Оценка за зачет (6 семестр)

	связанных с выделением и очисткой целевого продукта. Умеет: выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	
Раздел 3. Новые формы белковой пищи.	Знает: основные принципы организации биотехнологического производства пищевого белка, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. Умеет: выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Владеет: методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр) Оценка за зачет (6 семестр)

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам

специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Пищевая биотехнология»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Прикладная молекулярная биология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.х.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Прикладная молекулярная биология»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, химии биологически активных веществ, микробиологии, органической химии.

Цель дисциплины - приобретение студентами базовых знаний в области молекулярной биологии и генетики для возможности усвоения в будущем различных прикладных направлений в молекулярной биотехнологии и генетической инженерии. Полученные знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им специализаций.

Задачи дисциплины заключаются в:

- изучении содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы молекулярной биологии и генной инженерии;
- ознакомление с основами современной молекулярной биологии, биологическими процессами в про- и эукариотических клетках на молекулярном уровне, с современными представлениями о механизмах их протекания и регуляции: хранении, передаче, изменении, репарации и реализации генетической информации;
- ознакомление с базовыми методами прикладной генетической инженерии;
- формирование у студента целостного представления о современном состоянии и перспективах развития молекулярной биологии и генной инженерии как направления научной и практической деятельности человека, имеющей в своей основе использование генетически модифицированных прокариотических или эукариотических организмов для решения фундаментальных и прикладных задач промышленного производства биологически активных соединений, фармакологии, здравоохранения, экологии и т.д.

Дисциплина **«Прикладная молекулярная биология»** преподается в 6-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геномной инженерии и нанобиотехнологий.	ПК-3 – Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК - 3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных

	Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды. ПК – 3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).

		ПК-4 – способен провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции in vitro, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	<i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ» утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты

			ПК - 4.2. Владеет основными методами селекции in vitro с учетом специфики методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	Российской Федерации от 22 июля 2020 года N 441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ В. Управление действующими биотехнологическими процессами и производством С. Разработка предложений по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот;
- молекулярные механизмы передачи генетической информации;
- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- рекомбинацию генов;
- молекулярный инструментарий генной инженерии.

Уметь:

- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
- анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.

Владеть:

- методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ;
- приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик;
- правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80	60
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	2,23	80	60
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0	0	0
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,77	28	21
Контактная самостоятельная работа	0,77	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,8	20,85
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/ п	Раздел дисциплины	Часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение	5	0	5	0	0	0	0	0	0
1	Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.	55	0	45	0	0	0	0	0	10
1.1	Природа генетического материала и его функции в клетке	30	0	25	0	0	0	0	0	5
1.2	Мутационный процесс.	13	0	10	0	0	0	0	0	3
1.3	Внехромосомные генетические элементы.	12	0	10	0	0	0	0	0	2
2	Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.	35	0	25	0	0	0	0	0	10
2.1	Элементы генетического анализа.	15	0	10	0	0	0	0	0	5
2.2	Регуляция экспрессии генов.	20	0	15	0	0	0	0	0	5
3	Раздел 3. Основы генетической инженерии.	13	0	5	0	0	0	0	0	8
	ИТОГО	108	0	80	0	0	0	0	0	28

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет, задачи и методы молекулярной биологии и генетики. Значение "классической" генетики и генетики микроорганизмов в становлении молекулярной биологии и генетической инженерии. Понятие гена в "классической" и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генетической инженерии для биотехнологии.

Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.

1.1. Природа генетического материала и его функции в клетке. Понятие о клетке, ее макромолекулярный состав. Структура нуклеиновых кислот. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

1.2. Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории один ген – один фермент. Классификация мутаций. Точковые мутации и хромосомные перестройки, механизм их образования. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Взаимосвязь мутагенеза и репарации. Идентификация и селекция мутантов. Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая.

1.3. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F'. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Лизогения и трансдукция. Общая и специфическая трансдукция. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене. ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот.

Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.

2.1. Элементы генетического анализа. Цис-транс комплементационный тест. Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт. Тонкое генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Гетеродуплексный анализ. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Полимеразная цепная реакция. Выявление функции гена.

2.2. Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Катаболит-контролируемые опероны: модель лактозного оперона. Аттенуатор-контролируемые опероны: модель триптофанового оперона. Мультивалентная регуляция экспрессии генов. Посттранскрипционный контроль.

Раздел 3. Основы генетической инженерии. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки. Прикладные аспекты генетической инженерии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	Знать:			
1	генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот.	+		
2	молекулярные механизмы передачи генетической информации.	+	+	
3	строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов.	+	+	
4	рекомбинацию генов.		+	+
5	молекулярный инструментарий генной инженерии.			+
	Уметь:			
6	определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса.		+	+
7	анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.	+	+	
	Владеть			
8	методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ.	+		+
9	приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик.	+	+	
10	правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u> :				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		

11	ПК-3 – Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК - 3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	+	+	+
		ПК – 3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	+	+	+
12	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;	+	+	+

		– основные принципы селекции in vitro, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.			
		ПК - 4.2. Владеет основными методами селекции in vitro с учетом специфики методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия при изучении дисциплины не предусмотрены.

6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы при изучении дисциплины не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к практическим занятиям по курсу;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за 1-ю и 3-ю и 40 баллов за 2-ю.

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

Вопрос 1.1.

1. Природа генетического материала.
2. Кодон-зависимое связывание аминоксил-тРНК в элонгационном цикле.
3. Рекомбинация, ее типы и модели.
4. Первичная и вторичная структура нуклеиновых кислот.

Вопрос 1.2.

1. Антибиотики, воздействующие на этап кодон-зависимого связывания аминоксил-тРНК с рибосомой.
2. Вилка репликации, “ведущая” и “отстающая” нити при репликации. Фрагменты Оказаки.
3. Химическое строение, пространственная структура и физические свойства нуклеиновых кислот.
4. Транскрипция ДНК, ее этапы и компоненты.
5. Фактор элонгации EF1B (EF-Ts), его функция, последовательность реакций с его участием.

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

Вопрос 2.1

1. Вирулетные и умеренные бактериофаги.
2. Роль биохимических мутантов в формировании теории один ген – один фермент.
3. Плазмиды, их строение и классификация.
4. Классификация мутаций.

5. Молекулярный механизм мутагенеза.

Вопрос 2.2.

1. Генетическое картирование с помощью конъюгации.
2. Вирусы животных и растений.
3. Физические методы анализа структуры генов.
4. Спонтанный и индуцированный мутагенез.
5. Общая и специфическая трансдукция.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Роль ферментов рестрикции в генной инженерии
2. Клонирование генов. Общие принципы. Примеры.
3. Свойства векторов для клонирования генов.
4. Рестрикционный анализ. Роль в генной инженерии.
5. Создание библиотек генов.

Вопрос 3.2.

1. Роль генной инженерии в продукции биологически активных соединений.
- Примеры.
2. Классификация векторов.
 3. Практические аспекты генной инженерии.
 4. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
 5. Регуляция на уровне терминации транскрипции.

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

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Уилсон, К. , Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер; пер. с англ. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 855 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Методы в биологии) - ISBN 978-5-00101-786-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017868.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Эллиот В. Биохимия и молекулярная биология: Пер. с англ.: Учеб. пособие для студ. мед. и фармацевт. спец. мед. вузов / В. Эллиот, Д. Эллиот, 2002. - 446 с.

б) Дополнительная литература:

1. Биотехнология: В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.2 : Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов / В.Г. Дебабов , В.А. Лившиц , 1988. - 208 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758

- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099

- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 160);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Прикладная молекулярная биология» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

				версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.	Знает: генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; молекулярные механизмы передачи генетической информации; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов. Умеет: анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке. Владеет: методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)
Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.	Знает: молекулярные механизмы передачи генетической информации; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии. Умеет: определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке. Владеет: приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)
Раздел 3. Основы генетической инженерии.	Знает: рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии. Умеет: определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса. Владеет: методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Прикладная молекулярная биология»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы биотехнологии»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии Н.С. Марквичевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теоретические основы биотехнологии»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и микробиологии.

Цель дисциплины - формирование у студентов базовых знаний, лежащих в основе современных методов направленного биосинтеза и управления ферментационными процессами, используемыми для получения продуктов биотехнологии, развитие в студентах способностей к анализу и обобщению экспериментальных и литературных данных в области управляемого культивирования микроорганизмов и других биологических продуцентов. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии.

К задачам изучения дисциплины следует отнести:

- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий;
- закрепление знаний по фундаментальным наукам и применение их в практической деятельности в области биотехнологии;
- формирование у студентов целостного представления о современных биотехнологиях;
- формирование у студентов общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.

Программа дисциплины **«Теоретические основы биотехнологии»** составлена так, что в ходе изучения предмета студент не только знакомится с содержанием дисциплины, но и закрепляет свои знания по фундаментальным наукам, связывая их с практической деятельностью в области биотехнологии. Описание основных направлений применения биотехнологических методов в конкретной деятельности человека должно дать студенту целостное представление в практическом значении изучаемого предмета. Достаточно подробное изложение методов биотехнологии предназначено для создания общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения. Полученные на ее основе знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им дисциплин специализации. Дисциплина **«Теоретические основы биотехнологии»** ориентирована именно на инженерные и производственные вопросы соответствующей отрасли. Особое значение имеет изложение современных методов направленного биосинтеза и управления ферментационными процессами, используемыми для получения продуктов биотехнологии.

Дисциплина **«Теоретические основы биотехнологии»** преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа,	ПК-3. Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем;	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по

	генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности,	биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки

			устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и
			ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	

		ПК-4. Способен провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции in vitro, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической	биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

			инженерии, клеточных технологий; — основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	

		ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- модели роста и образования продуктов;
- методы культивирования,

Уметь:

- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции;

Владеть:

- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

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:	3,56	128	96
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,22</i>	<i>8</i>	<i>6</i>
Лекции	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лабораторные работы (ЛР)	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,22</i>	<i>8</i>	<i>6</i>
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Контактная самостоятельная работа	0,44	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,6	11,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг	Практи ческие заняти я	в т.ч. в форме пр. подг	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг	Самостоя тельная работа
1	Введение.	2	0	2	0	0	0	0	0	0
2	Кинетика роста микроорганизмов.	49	0	22	0	6	0	16	3	5
3	Основные метаболические процессы в клетках.	47	0	20	0	6	0	16	3	5
4	Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов	46	0	20	0	4	0	16	2	6
	ИТОГО	144	0	64	0	16	0	48	8	16

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Введение, цели и задачи курса. Кривая роста микроорганизмов в простых периодических условиях, экспоненциальная модель роста микроорганизмов, понятие удельной скорости роста, экономического коэффициента и других параметров, характеризующих процессы культивирования. Параметры процесса ферментации, позволяющие управлять процессом культивирования (температура, pH, концентрации компонентов питательной среды, включая кислород). Классификация методов управляемого культивирования – простое периодическое культивирование, периодическое культивирование, периодическое культивирование с подпитками, периодическое культивирование с отводом продуктов метаболизма, их комбинации.

Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.

Кинетические модели роста микроорганизмов, влияние концентрации субстрата, продуктов. Обработка экспериментальных данных по культивированию микроорганизмов в периодических условиях (три задачи). Влияние концентрации субстрата на рост клеток, понятие лимитирующей концентрации субстрата, уравнение Моно. Ингибирующее действие субстрата, продуктов, модификации уравнения Моно, уравнение Моно-Иерусалимского, нахождение констант. Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.

Способы непрерывного культивирования. Хемостатное культивирование, основные понятия, уравнения хемостатного культивирования. Энергия поддержания. Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования. Нахождение констант в уравнении Моно. Хемостатное культивирование с переменной лимитирующего фактора. Хемостатное культивирование двух микроорганизмов. Процессы автоселекции в хемостате. Оптимизация производительности одного хемостата. Расчет производительности хемостата. Хемостатное культивирование с рециклом по биомассе, с рециклом по культуральной жидкости. Каскад хемостатов. Тубулярная культура. Турбидостатное культивирование. Особенности культивирования генно-инженерных штаммов. Иммобилизация клеток микроорганизмов, методы иммобилизации, изменение концентрации клеток в иммобилизованном состоянии во времени.

Раздел 2. Основные метаболические процессы в клетках.

Анаболические и катаболические процессы, их взаимосвязь в клетках. Регулирование ферментативных процессов в клетках микроорганизмов на уровне ферментов, на уровне генома. Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно. Роль энергетических эквивалентов (АТФ/цАМФ и др.) в регулировании процессов, протекающих в клетках.

Транспортные процессы в клетках, пассивный и активный транспорт, транслокация групп. Экспериментальное определение типа транспорта.

Рост микроорганизмов на сахарах. Доступность сахаров, гидролиз полисахаридов, транспорт сахаров в клетки, включение сахаров в анаболические и катаболические процессы, взаимное регулирование процессов метаболизма субстрата внутри клеток.

Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь. Взаимосвязь основных метаболических процессов и регулирование метаболизма субстрата в зависимости от условий. Образование ацетил-СоА, регуляторные ферменты и их взаимосвязь с общим метаболизмом субстрата. Цикл трикарбоновых кислот, образование восстановленных эквивалентов, взаимосвязь ферментативной активности цикла с другими метаболическими процессами, протекающими в клетках. Дыхательная цепь – образование АТФ. Аноплеротические реакции (образование оксалоацетата).

Общая взаимосвязанность процессов анаболизма и катаболизма сахаров, роль фосфофруктокиназы и других ферментов в регулировании метаболизма сахаров по тому или иному метаболическому пути.. Сравнение энергетической эффективности различных путей ассимиляции сахаров.

Рост микроорганизмов на этиловом спирте и ацетате. Рост микроорганизмов на н-алканах. Процессы транспорта. Первичное окисление – окисление с образованием ацетил-CoA. Функционирование глиоксилатного шунта.

Рост на ароматических углеводородах. Рост микроорганизмов на C₁-соединениях, процессы транспорта в клетку, катаболические процессы, включение формальдегида в анаболические процессы, сериновый путь, C₅-путь. Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов.

Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов.

Классификация продуктов микробиологического синтеза, первичные и вторичные метаболиты. Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения. Общие концепции создания процессов. Спиртовое брожение, способы управления процессом (эффект Пастера, способы брожения по Нейбергу, эффект Олли). Молочнокислое брожение, другие виды брожения. Выбор оптимальных способов культивирования для достижения поставленной задачи. Неполное окисление, направленный биосинтез уксусной кислоты, трансформация сорбита в сорбозу, направленный синтез кислот и кетонов. Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.

Направленный синтез полисахаридов. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров, роль фосфатазы.

Направленный синтез липидов через малонил-CoA и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат. Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата и глутамина, ассимиляция аммиака, аминокислоты аспарагинового ряда, биосинтез лизина на углеводном и уксуснокислом субстратах, общий метаболизм в клетках.

Направленный биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана. Применение генно-инженерных штаммов микроорганизмов для направленного синтеза аминокислот.

Способ синтеза аминокислот с использованием предшественника и иммобилизованных клеток (синтез аспарагиновой кислоты из фумаровой), влияние условий культивирования на направленный синтез – направленный синтез яблочной кислоты или аспарагиновой в зависимости от солевого состава.

Общие положения направленного синтеза первичных метаболитов, выбор условий культивирования для достижения оптимальных параметров процесса. биосинтез продуктов вторичного метаболизма: биосинтез антибиотиков. Роль антибиотиков в метаболизме клеток, антибиотики как факторы дифференсации клеток, их влияние на общую ферментативную активность. Направленный биосинтез пенициллинов, полусинтетические антибиотики на основе 6-апк. Полипептидные антибиотики, отличие синтеза от синтеза белков. Направленный синтез витамина B₁₂.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	<i>Знать:</i>			
1	особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов	+	+	+
2	биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;		+	+
3	основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними	+	+	+
4	закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма	+		+
	модели роста и образования продуктов		+	+
5	методы культивирования	+	+	
	<i>Уметь:</i>			
6	выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования	+	+	+
7	осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;		+	+
8	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ	+	+	+
9	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции	+	+	+
	<i>Владеть</i>			
10	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции	+		+
11	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие **профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
12	ПК-3. Способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды. ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических, физиологических, популяционных процессов в живой клетке, в многоклеточных организмах и их популяциях.	+	+	+
			+	+	+

13	ПК-4. Способен провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции in vitro, специфику, методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий; – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	+	+	+
14	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	2	Обработка экспериментальных данных по культивированию микроорганизмов в периодических условиях (три задачи).	2
2	2	Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.	2
3	2	Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования.	2
4	3	Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно.	3
5	3	Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь.	3
6	4	Направленный синтез аминокислот	1
7	4	Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения.	1
8	4	Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.	1
9	4	Направленный синтез липидов через малонил-СоА и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат.	1

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Теоретические основы биотехнологии*», а также дает знания в области технологических аспектов биотехнологии, приобретение навыков решения ряда технологических задач биотехнологии.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 10 баллов (максимально по 2 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы

1	2	Рост дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> в аэробных и анаэробных условиях	16
2	3	Влияние ионов металлов на синтез лимонной кислоты	8
3	3	Направленный синтез аминокислот <i>Corynebacterium glutamicum</i>	8
4	4	Биотрансформация фумаровой кислоты в аспарагиновую (или яблочную) клетками <i>E.coli</i> .	8
5	4	Изучение аминолитической активности у гриба <i>A. niger</i>	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий CORT
- 3) подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

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.

7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии CORT «Шесть шляп мышления»

Тема: «Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения.»

Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)

Что представляют собой первичные метаболиты?

Для чего клетке нужны первичные метаболиты?

Являются ли первичные метаболиты продуктом микробиологического производства?

Можно ли контролировать выход первичных метаболитов?

Как влияют первичные метаболиты на процесс культивирования?

Как проверяют наличие первичных метаболитов?

Белая шляпа (сбор фактов)

Мировое производство первичных метаболитов.

Риски использования первичных метаболитов.

Контроль качества первичных метаболитов.

Желтая шляпа

Преимущества использования первичных метаболитов.

Черная шляпа

Недостатки использования первичных метаболитов.

Красная шляпа

Выражение эмоционального отношения к проблеме

Зеленая шляпа

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования первичных метаболитов.

7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии

К практическому занятию по теме: «Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь.».

Порядок выполнения задания:

- охарактеризовать физико-химический состав используемого субстрата;
- предложить наиболее приемлемый способ стерилизации субстрата;
- охарактеризовать морфологические, биохимические, физиологические особенности продуцента;
- охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта производства;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки посевного материала: условия хранения; количество генераций при размножении посевного материала; условия культивирования посевного материала;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант стерилизации компонентов питательной среды, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации питательной среды.

Задание 1. Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.

Порядок выполнения задания:

- Описать какие подходы биосинтеза трикарбоновых кислот существуют;
- проанализировать подходы биосинтеза трикарбоновых кислот существуют;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее эффективный подход биосинтеза трикарбоновых кислот;

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 50 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 10 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 50 баллов и составляет по 20 баллов за 1 и 2 контрольную работу, 10 баллов – за третью.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса по 10 баллов за каждый.

Вариант № 1.

1. Какие функции выполняет клеточная стенка в микроорганизмах?
2. При исследовании роста культуры микроорганизмов в периодических условиях получены следующие экспериментальные данные:

t, ч	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
D, е.о.п.	0,113	0,142	0,190	0,262	0,330	0,449	0,580

Определить удельную скорость роста.

Вариант №2.

1. Охарактеризуйте поверхностные структуры микробной клетки.
2. Определить μ_m и K_s для роста на среде с глюкозой культуры микроорганизмов, исходя из следующих экспериментальных данных:

S, мм/л	1	3	5	7	10	12	14	16
m, ч ⁻¹	0,23	0,38	0,43	0,47	0,49	0,50	0,50	0,50

Вариант №3.

1. Какие группы липидов входят в состав мембран микроорганизмов?
2. Определить константу неконкурентного ингибирования этанолом роста бактерий в условиях, когда $S_0 \gg K_s$ на основе экспериментальных данных:

Концентрация этанола, мм/л	0	15	31	46	126
m, ч ⁻¹	0,55	0,46	0,38	0,27	0,14

Вариант №4.

1. Каким образом взаимодействуют биополимеры клеточной стенки прокариот между собой?
2. Определить предельное накопление биомассы, если $X_0 = 0,01$ г/л; $Y_s = 0,1$; $S_0 = 10$ г/л.

Вариант №5.

1. Опишите сходство и различие состава клеточной стенки грамположительных и грамотрицательных прокариот.
2. При хемостатном культивировании микробной культуры получены следующие экспериментальные данные по стационарным концентрациям субстрата, биомассы и продукта. Найти K_s , Y_s и μ_m при $S_0 = 5$ г/л.

D, ч ⁻¹	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,45
S _{ст} , г/л	0,263	0,556	1,250	2,143	3,333	4,090
X _{ст} , г/л	2,368	2,222	1,875	1,429	0,833	0,455

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса по 10 баллов за каждый. Вариант 1.

1. Основные типы питания микроорганизмов.
2. Основные механизмы регуляции метаболизма. Ключевые ферменты. Генетический контроль синтеза ферментов.

Вариант 2.

1. Основные источники (элементы) питания микроорганизмов – углерод, азот, фосфор, сера, кислород, ростовые факторы.

2. Взаимосвязи обмена основных соединений – нуклеиновых кислот, белков, липидов, углеводов.

Вариант 3.

1. Взаимосвязь процессов обмена – катаболизма и анаболизма.
2. Ацетил-КоА и пировиноградная кислота – как ключевые соединения метаболизма.

Вариант 4.

1. Понятие о центральных путях обмена и основных этапах метаболизма.
2. Понятие первичного и вторичного обмена.

Вариант 5.

1. Внутриклеточное окисление глицерола: химизм процесса, энергетический эффект. Конечные продукты внутриклеточного окисления глицерола. Общность процессов окисления углеводов и липидов.
2. Специфические и общие пути катаболизма.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3 Контрольная работа содержит два вопроса по 5 баллов за каждый.

Вариант 1

1. Направленный синтез продуктов микробиологического происхождения.
2. Спиртовое брожение.

Вариант 2.

1. Молочнокислородное брожение.
2. Направленный биосинтез уксусной кислоты

Вариант 3.

1. Направленный биосинтез трикарбоновых кислот.
2. Направленный синтез полисахаридов.

Вариант 4.

1. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров, роль фосфатазы.
2. Направленный синтез липидов через малонил-КоА

Вариант 5.

1. Направленный синтез липидов через изопентилпирофосфат.
2. Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7-й семестр – зачет с оценкой)

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

Рост микроорганизмов в периодических условиях, удельная скорость роста, экономические коэффициенты.

- 1) Синтез лимонной кислоты при росте микроорганизмов на этаноле.
- 2) Что такое лимитирование и ингибирование (физиологическое и кинетическое) роста микроорганизмов при периодическом культивировании.
- 3) Механизмы регулирования метаболизма клетками микроорганизмов.
- 4) Каким способом и как можно осуществлять управление роста микроорганизмов в периодических условиях?

- 5) Синтез полисахаридов микроорганизмами при их росте на метаноле.
- 6) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при различных непрерывных способах культивирования.
- 7) Синтез аспарагиновой кислоты микроорганизмами при росте на глюкозе.
- 8) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при различных периодических способах культивирования.
- 9) Синтез глутаминовой кислоты микроорганизмами при росте на этаноле.
- 10) Понятие лимитирования и ингибирование роста при хемостатном культивировании.
- 11) Продукты ЦТК - предшественники в синтезе аминокислот, направленный синтез аминокислот.
- 12) Влияние концентрации субстрата на рост микроорганизмов при периодическом способах культивирования.
- 13) Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов у прокариотических клеток при метаболизме сахаров.
- 14) Накопление продуктов метаболизма при периодических способах культивирования микроорганизмов.
- 15) Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов у прокариотических клеток при росте на уксусной кислоте.
- 16) Лимитирование роста микроорганизмов при периодическом способе культивирования.
- 17) Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов у прокариотических клеток при росте на n-алканах.
- 18) Хемостатное культивирование, его разновидности, уравнение Моно.
- 19) Эффект Пастера, способы брожения по Нейбергу.
- 20) Феноменологическое описание роста микроорганизмов в периодических условиях.
- 21) Направленный синтез лизина при культивировании продуцентов на ацетате.
- 22) Для чего введены понятия удельной скорости роста микроорганизмов и экономические коэффициенты?
- 23) Синтез пептидных антибиотиков микроорганизмами.
- 24) Фазы развития микроорганизмов при различных периодических способах культивирования.
- 25) Анаэробные процессы при росте микроорганизмов на этаноле.
- 26) Влияние концентрации субстрата на рост микроорганизмов в периодических условиях.
- 27) Роль энергетического состояния клетки в процессах регулирования метаболизма.
- 28) Идиофаза и протофаза развития микроорганизмов.
- 29) Транспорт веществ в клетки.
- 30) Иммунизация клеток, как способ управления процессом их роста.
- 31) Синтез жирных кислот при росте микроорганизмов на сахарах.
- 32) Что такое «энергия, идущая на поддержание», как ее можно рассчитать для разных способов культивирования.
- 33) Неполное окисление органических соединений уксуснокислыми бактериями (синтез уксусной кислоты и сорбозы).
- 34) Отличия в кинетике роста грибов и бактерий при периодическом культивировании.
- 35) Направленный синтез глутаминовой кислоты продуцентами при росте на сахарах.
- 36) Оптимизация тубулярного процесса культивирования.
- 37) Синтез моносахаров и полисахаридов при росте микроорганизмов на n-алканах.
- 38) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при хемостатном и турбидостатном способах культивирования.

- 39) Направленный синтез лимонной кислоты при росте грибов на сахарах.
Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине **«Теоретические основы биотехнологии»** проводится в 7-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из двух вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология
	Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии»
Билет № 1 1. Рост микроорганизмов в периодических условиях, удельная скорость роста, экономические коэффициенты. Основы технологии получения кислых аминокислот микробиологическим синтезом. 2. Синтез моносахаров и полисахаридов при росте микроорганизмов на н-алканах.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: "Легкая и пищевая промышленность", 1984 – 304 с.

Б Дополнительная литература

1. Аткинсон Б. Биохимические реакторы. – М.: "Пищевая промышленность", 1974 – 280 с.
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2022. – 333 с.
3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М., Изд.ДеЛи принт, 2010.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X

- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций – 3, (общее число слайдов – 45);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 3) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 4) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Теоретические основы биотехнологии»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

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

1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.	<i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования; <i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции <i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за зачет (7-ой семестр)
Раздел 2. Основные метаболические	<i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)

процессы в клетках.	целевого продукта; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; модели роста и образования продуктов; методы культивирования. <i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции <i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов	Оценка за зачет (7-ой семестр)
Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов.	<i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов. <i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции <i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за зачет (7-ой семестр)

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата,

программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Теоретические основы биотехнологии»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия биологически активных веществ»

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.б.н., доцентом, доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Химия биологически активных веществ»** относится к вариативной части обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биологии и органической химии.

Цель дисциплины «Химия биологически активных веществ» – дать студенту представление обо всем многообразии химических соединений, встречающихся в живой природе, химическом составе разнообразных организмов и функции конкретных соединений в клетке и организме в целом, а также о химической и пространственной структурах основных биологически активных веществ, их химических, физических, физико-химических свойствах, методах выделения из природных объектов и химического синтеза для последующего применения в медицине, пищевом производстве, сельском хозяйстве, ветеринарии, экологической защите окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- изучение содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы дисциплины;
- приобретение студентами знаний о строении, свойствах, функциях аминокислот, пептидов, белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и “гибридных молекул”;
- приобретение студентами знаний о структурной организации белковых молекул и молекул нуклеиновых кислот – важнейших биополимеров клеток;
- приобретение студентами специализированных знаний о современных методах выделения, очистки и исследования белков и нуклеиновых кислот;
- приобретение студентами знаний о классификации, свойствах и роли ферментов в живых организмах;
- приобретение студентом знаний, умений и навыков, необходимых для выделения, получения и практического использования разнообразных биологически активных веществ;
- приобретение студентом теоретических знаний и практических умений и навыков, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как биохимия, молекулярная биология, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда других специальных дисциплин.

Дисциплина **«Химия биологически активных веществ»** преподается в 4-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии:
			ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	
			ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения	

	документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты,		содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки

	биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности

Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы

	и биотрансформации; — технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: — микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; — приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; — установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в

				законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе

				медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт «Микробиолог»,</i> утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 октября 2014 г. № 865н (отменен с 22.11.2020 приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 08.10.2020 № 714н). Обобщенная трудовая функция: А. Техническое обеспечение микробиологических работ. А/01.6 – Подготовка лабораторной посуды и инструментов; А/02.6 – Обеспечение санитарно-гигиенических требований при

				выполнении микробиологических работ; А/03.6 – Приготовление реактивов и питательных сред для выращивания микроорганизмов. В. Выполнение микробиологических работ. В/01.7 – Отбор проб для проведения микробиологических работ. В/02.7 – Выполнение первичных посевов отобранных проб на питательные среды. В/03.7 – Анализ посевов микробиологических проб.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде;

структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов;

структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки;

основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах;

строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе;

химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов;

классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций;

классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций, основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции;

Уметь:

осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ;

проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов;

выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования;

осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа;

проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

Владеть:

методами выделения и очистки различных биологически активных веществ;

методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ;

методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства;

методами планирования, проведения и обработки экспериментов.

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:	3,56	128	96
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,34	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплин	Акад. часов					
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Экзамен
1	Введение	0,5	0,5	0	0	0	
2	Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.	57,5	5,5	8	40	4	
3	1.1. Аминокислоты.	18,5	1,5	0	15	2	
4	1.2. Пептиды.	7	1	0	5	1	
5	1.3. Белки.	32	3	8	20	1	
6	Раздел 2. Ферменты. Нуклеиновые кислоты.	47	7	20	12	8	
7	2.1. Ферменты.	19	1	10	6	2	
8	2.2. Понятие о метаболизме.	4	1	0	0	3	
9	2.3. Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды.	24	5	10	6	3	
10	Раздел 3. Углеводы, липиды и их производные.	39	3	20	12	4	
11	3.1. Углеводы и их производные.	19	1	10	6	2	
12	3.2. Липиды и их производные.	20	2	10	6	2	
	Подготовка к экзамену						36
	ИТОГО	180	16	48	64	16	36

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. История изучения биомолекул. Определения объектов и методов изучения. Понятие о биологически активных веществах. Связь “Химии биологически активных веществ” с другими дисциплинами. Биомолекулы, их особенности и значение для жизнедеятельности организмов. Иерархия молекулярной организации клеток.

Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.

1.1. Аминокислоты. Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы получения и выделения из природных объектов, производные аминокислот, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение.

1.2. Пептиды. Химическое строение и пространственная организация, характеристики пептидной связи, биологическая роль в организме как регуляторов биохимических процессов, пептидные антибиотики, методы получения и выделения разнообразных пептидов из природных объектов.

1.3. Белки. Химическое строение и пространственная организация, первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков, химические и физико-химические свойства белков и их растворов, многообразие биологических функций, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа, методы исследования строения и структуры, методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования.

Раздел 2. Ферменты. Нуклеиновые кислоты.

2.1. Ферменты. Природа ферментов, их строение, состав. Классификация ферментов по типу катализируемых ими реакций, основные свойства ферментов как белков и биокатализаторов. Сравнение ферментов с химическими катализаторами. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Коферменты, простетические группы, кофакторы, витамины, их биологическая роль. Мультиферментные системы. Определение активности ферментов и способы ее регуляции в живой клетке.

2.2. Понятие о метаболизме. Понятие об основных процессах превращения белков, пептидов, аминокислот и их производных в живых организмах.

2.3. Нуклеотиды, их производные и нуклеиновые кислоты. История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеотиды и нуклеозиды, фосфорилированные нуклеотиды, их химические и физико-химические свойства, получение. Биологические функции нуклеотидов и их производных в организме. ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, получение. Виды ДНК и РНК в клетках прокариот и эукариот, их биологические функции. Понятие об основных процессах, происходящих с участием нуклеиновых кислот и нуклеотидов в живых организмах.

Раздел 3. Углеводы, липиды и их производные.

3.1. Углеводы и их производные. Классификация, химическое и пространственное строение основных углеводов. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение. Гликозиды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Гликопептиды, пептидогликаны, гликопротеины, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы выделения из природных

объектов. Понятие об основных процессах, происходящих с участием углеводов в живых организмах.

3.2. Липиды и их производные. Разнообразие липидных веществ. Особенности строения и классификация липидов. Простые (жиры, жирные спирты и воска) и сложные (нейтральные, полярные и оксипирины) липиды. Биологические функции, выполняемые различными типами липидов. Структурные фрагменты липидов: жирные кислоты и их производные, жирные спирты. Их химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Биологические мембраны, их строение и функции. Липиды биологических мембран: глицеролипиды, сфинголипиды, фосфолипиды, гликолипиды (гликоглицеро- и гликосфинголипиды), холестерин. Взаимосвязь строения липидов с их функциями в составе мембран. Производные липидов и их биологические функции (жирорастворимые витамины, простагландины, желчные кислоты, половые гормоны и кортикостероиды), их химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Понятие об основных процессах, происходящих с участием липидов и их производных в живых организмах.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>		Раздел 1				Раздел 2			Раздел 3	
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК									
1	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.		+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.		+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.		+	+	+	+	+	+	+	+
2	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-		+	+	+	+		+	+	+

	эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях	химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.								
3		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.		+		+			+	+
	Знать:									
4	химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде			+						
5	структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов				+					
6	структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах					+				
7	строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе						+			
8	химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов							+		
9	классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций								+	
10	классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций,									+

	основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции									
	Уметь:									
11	осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ		+	+	+	+	+	+	+	+
12	проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов		+		+	+				
13	выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования		+	+	+	+		+	+	+
14	осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа		+		+			+	+	+
15	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ		+	+	+	+		+	+	+
	Владеть:									
16	методами выделения и очистки различных биологически активных веществ		+	+	+	+		+	+	+
17	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ		+		+	+		+	+	
18	методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства		+		+			+	+	+
19	методами планирования, проведения и обработки экспериментов		+		+	+		+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Химические и физико-химические свойства аминокислот, методы получения и выделения аминокислот.	3
2	1	Свойства белков и их растворов, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа. Методы исследования строения и структуры белков.	3
3*	1	Аминокислоты и их производные, пептиды, белки. Контрольная работа.	2
4	2	Классификация, свойства, примеры ферментов. Расчет активности ферментов.	9
5	2	Химические и физико-химические свойства, получение нуклеиновых кислот. Методы исследования строения и структуры нуклеиновых кислот.	9
6*	2	Ферменты. Нуклеиновые кислоты. Контрольная работа.	2
7	3	Углеводы и их производные.	9
8	3	Липиды и их производные.	9
9*	3	Углеводы, липиды и их производные. Контрольная работа.	2

*Промежуточный контроль

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Химия биологически активных веществ», а также дает знания о свойствах белков, ферментов, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 2 балла за выполнение каждой работы и их защиту). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Акад. час
1	1	Выделение и первичная очистка белков: высаливание, диализ. Химические и физико-химические свойства белков и их водных растворов.	5
2	1	Гель-фильтрация белковых растворов.	5

3	1	Определение молекулярной массы белков методом гель-хроматографии.	5
4	1	Количественные методы определения белков.	5
5	1	Электрофорез белков в полиакриламидном геле.	5
6	1	Количественные методы определения аминокислот.	5
7	1	Качественные и количественные методы раздельного определения аминокислот и коротких пептидов в белковых гидролизатах	5
8	1	Тонкослойная хроматография, ионообменная хроматография аминокислот.	5
9	2	Качественные и количественные методы анализа нуклеиновых кислот.	12
10	3	Качественные и количественные методы анализа углеводов.	12

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного материала лекций и практических занятий (семинаров) с обработкой, дополнением и систематизацией материала в виде конспектов, таблиц и т.д.,
- подготовку к промежуточным рейтинговым контрольным работам,
- работу с электронно-библиотечными системами,
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 40 баллов и составляет по 15 баллов за первую и вторую работу, 10 баллов – за третью.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит три вопроса, по 5 баллов за вопросы.

Вариант 1.

1. Напишите формулы аминокислот, имеющих положительный заряд при физиологических значениях pH. Приведите возможные преобладающие ионные формы.
2. Особенности строения природных пептидов и их функции. Приведите примеры.
3. Что означает термин денатурация белка? Виды и причины денатурации белков. Приведите примеры и укажите какие конкретно связи нарушаются при воздействии на белок того или иного денатурирующего агента.

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

Вариант 1.

1. Общие принципы ферментативного катализа. Почему ферменты являются эффективными катализаторами? Как вы думаете: почему именно белки играют роль биокатализаторов?
2. Напишите уравнения реакций, катализируемых ферментами: лактатдегидрогеназа, трипсин. К какому классу относятся данные ферменты?
3. Понятие комплементарности. Приведите примеры для ферментов и нуклеиновых кислот.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит три вопроса, по 4 балла за вопросы 1-2 и 2 балла за 3-ий вопрос.

Вариант 1.

1. Эйкозаноиды, их строение, биологические функции. Из каких соединений они образуются?
2. Структура и функции холестерина.
3. Среди данных пар моносахаридов выберите изомеры, энантиомеры, диастериомеры, аномеры и эпимеры (напишите соответствующие формулы): D-глюкоза и L-глюкоза, глюкоза и фруктоза, глюкозо-1-фосфат и глюкозо-6-фосфат, рибоза и рибулоза, рибоза и дезоксирибоза.

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, 4 вопрос – 10 баллов.

1. Биомолекулы, их особенности и значение для жизнедеятельности организмов. Основные классы биополимеров. Иерархия молекулярной организации клеток.
2. Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты.
3. Методы получения и выделения аминокислот из природных объектов.
4. Биохимические реакции с участием аминокислот. Биологические функции аминокислот.
5. Производные аминокислот. Их биосинтез и биологические функции.

6. Химическое строение и пространственная организация пептидов. Характеристики пептидной связи.
7. Биологическая роль пептидов в организме. Примеры. Строение, свойства и биохимическая функция инсулина.
8. Химическое строение и пространственная организация белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков.
9. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Строение, свойства и биологическая функция гемоглобина.
10. Реакции посттрансляционной модификации аминокислотных остатков в молекулах белков. Примеры, биологическое значение этих процессов.
11. Методы выделения белков из природных объектов. Очистка белков.
12. Качественный и количественный анализ белков. Методы исследования строения и структуры белковых молекул.
13. Методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования белков.
14. Классификация ферментов по типу катализируемых ими реакций.
15. Основные свойства ферментов как белков и биокатализаторов.
16. Витамины, их биологическая роль. Витамины как кофакторы ферментов.
17. Тиамин: биохимические функции, биологическая роль.
18. Рибофлавин, ниацин: биохимические функции, биологическая роль.
19. Пиридоксаль: биохимические функции, биологическая роль.
20. Биотин: биохимические функции, биологическая роль.
21. Пантотеновая кислота: строение, биохимические функции.
22. Аскорбиновая кислота: биохимические функции, биологическая роль.
23. Определение активности ферментов и способы ее регуляции в живой клетке. Примеры обратимого и необратимого ингибирования ферментов. Классификация эффекторов ферментов по типу их действия на фермент.
24. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеотиды и нуклеозиды, фосфорилированные нуклеотиды, их химические и физико-химические свойства, биохимические свойства.
25. Биологические функции нуклеотидов и их производных в организме.
26. Нуклеиновые кислоты, ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, биохимические свойства.
27. Виды ДНК и РНК в клетках прокариот и эукариот, их биологические функции.
28. Классификация и строение основных углеводов.
29. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства. Виды изомерии моносахаридов. Понятие гликозидной связи. Примеры дисахаридов с указанием связей в молекуле.
30. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства. Расщепление и биосинтез полисахаридов.
31. Гликопептиды, гликопротеины, пептидогликаны, их строение, свойства, биологическая роль в организме.
32. Макроэргические соединения: биохимические функции, свойства, виды, примеры.
33. Особенности строения и классификация липидов.
34. Простые (жиры, жирные спирты и воска) липиды, строение, свойства, функции.
35. Сложные (фосфоацилглицериды, сфинголипиды, гликолипиды) липиды, строение,

свойства, функции.

36. Жирные кислоты и их производные, жирные спирты, их строение, свойства, функции.

37. Биологические мембраны, их строение и функции. Транспорт веществ через мембраны.

38. Липиды биологических мембран: глицеролипиды, сфинголипиды, фосфолипиды, гликолипиды (гликоглицеро- и гликосфинголипиды). Взаимосвязь строения липидов с их функциями.

39. Холестерин: строение, свойства, биологическая роль. Производные холестерина, их строение и биологические функции.

40. Производные липидов и липидоподобные вещества, их биологические функции (жирорастворимые витамины, простагландины, половые гормоны и кортикостероиды).

41. Желчные кислоты, их образование, свойства и биологическая функция.

42. Ненасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты, их образование, свойства и биологические функции. Производные арахидоновой кислоты, их биологическая роль.

43. Витамины A, D, E, K, F: строение, биологическая роль.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (4-й семестр).

Экзамен по дисциплине «*Химия биологически активных веществ*» проводится в 4-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	Направление подготовки бакалавров 19.03.01 «Биотехнология»
	Дисциплина «Химия биологически активных веществ»
Билет № 1	
1. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул.	
2. Гликопротеины и пептидогликаны – их строение, свойства, биологическая роль.	
3. Простые липиды: строение, свойства, функции.	
4. Холестерин: строение, свойства, биологическая роль. Производные холестерина, их строение и биологические функции.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 1 – Курс лекций. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 156 с.
2. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 2 – Информационные материалы к лекциям. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.

Б. Дополнительная литература

1. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. – 88 с.
2. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
3. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347> (дата обращения: 30.04.2022).
4. Кнорре Д.Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина, 2000. – 480 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)

- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для изучения данной дисциплины необходима учебная аудитория, оснащенная «автоматизированным рабочим местом преподавателя» и средствами для презентации лекций.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9;
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (перечень заданий контрольных работ (общее число вариантов заданий – 150);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вариантов заданий – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химия биологически активных веществ» проводятся в форме лекций, практических (семинаров) и лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

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

Учебная биохимическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по дисциплине «Химия биологически активных веществ».

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

Персональные компьютеры, укомплектованные принтером и программными средствами, проекторы и экраны, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в “Интернет”.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса (отдельные страницы презентаций лекций, материал для практических занятий), варианты контрольных работ, экзаменационные билеты).

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде и печатном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом

				перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.	<i>Знает:</i> - химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных; - биологическую роль аминокислот и их производных; - структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов; - структуру и пространственную организацию белков; - основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах. <i>Умеет:</i> - осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения белков и пептидов; - проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов; - выделять белки и пептиды методами осаждения, ионного обмена, хроматографии, электрофореза и ультраконцентрирования; - осуществлять качественный и количественный контроль содержания аминокислот и белков, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ. <i>Владеет:</i> - методами выделения и очистки различных аминокислот, пептидов, белков; - методами проведения исследований по определению свойств аминокислот, пептидов и белков; - методами качественного и количественного анализа аминокислот и белков в	Оценка за контрольную работу №1 (4-ый семестр) Оценка за экзамен (4-ый семестр)

		биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства; - методами планирования, проведения и обработки экспериментов.	
Раздел Ферменты. Нуклеиновые кислоты.	2.	<i>Знает:</i> - строение и классификацию ферментов; - основные свойства ферментов; - роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе; - химическую структуру и пространственное строение азотистых оснований, нуклеотидов и различных типов нуклеиновых кислот; - основные свойства и биологические функции нуклеотидов, их производных, нуклеиновых кислот. <i>Умеет:</i> - проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов; - выделять нуклеиновые кислоты методами осаждения, электрофореза и ультраконцентрирования; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ. <i>Владеет:</i> - методами выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот; - методами проведения исследований по определению свойств нуклеиновых кислот; - методами планирования, проведения и обработки экспериментов.	Оценка за контрольную работу №2 (4-ый семестр) Оценка за экзамен (4-ый семестр) .
Раздел Углеводы, липиды и их производные.	3.	<i>Знает:</i> - классификацию, химическую структуру и строение углеводов; - химические, физические и физико-химические свойства углеводов; - разнообразие биологических функций углеводов; - классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, - химические, физические и физико-химические свойства липидов, - разнообразие выполняемых биологических функций липидов; - основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции. <i>Умеет:</i> - осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ; - осуществлять качественный и	Оценка за контрольную работу №3 (4-ый семестр) Оценка за экзамен (4-ый семестр)

	количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа. <i>Владеет:</i> - методами выделения и очистки различных биологически активных веществ; - методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ; - методами планирования, проведения и обработки экспериментов.	

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Химия биологически активных веществ»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Экология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н. доцентом кафедры промышленной экологии
Е.Д. Мурзиной, к.т.н. доцентом кафедры промышленной экологии Е. Н. Кузиным,

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
промышленной экологии

«30» мая 2024 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **промышленной экологии** РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Экология»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биологии, географии, физики, химии, обществознания.

Цель дисциплины - сформировать у студентов системные базовые знания основных экологических законов, определяющих существование и взаимодействие биологических систем различных уровней; об антропогенных воздействиях на биосферу и о биоразнообразии, как основе устойчивости сообществ, а также дать целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого.

Задачи дисциплины:

- формирование системы знаний основных теоретических положений экологии;
- формирование знаний о принципах организации и функционирования популяций, сообществ, экосистем;
- выявление роли среды и экологических факторов как основы в процессе формирования адаптаций организмов;
- представление глобальных проблем окружающей среды;
- рассмотрение биологического разнообразия как главное условие устойчивости биосферы;
- получение знаний об основных биологических процессах в клетке, основных способах размножения и развития организмов, теории эволюции и знаний об основах генетики;
- овладение основным терминологическим аппаратом, работой с научно-технической информацией, методами анализа и представления полученной информации.

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

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации
		УК-8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в мирное и военное время; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению
		УК-8.3. Владеет навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественнонаучная подготовка	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и	ОПК-1.2 Знает основные принципы и закономерности функционирования природных и техногенных экосистем, биосферных и эволюционных процессов, переноса энергии и вещества в биосфере, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты, системы и процессы, основные закономерности взаимодействия биосферы и человека, глобальные проблемы и последствия антропогенного и техногенного воздействия на природные среды и

	биологических наук и их взаимосвязях	процессы, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды.
Общеинженерные и технологические навыки	ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК-5.3. Владеет навыками осуществления технического контроля по соблюдению технологической дисциплины, оценки эффективности использования производственных ресурсов и деятельности предприятия в условиях действующего производства в соответствии с технологическими регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- фундаментальные понятия, законы и принципы экологии;
- закономерности развития экосистем и их компонентов;
- причины и тенденции развития современных экологических проблем;
- основные результаты воздействия общества на природу; экологические последствия этого воздействия;
- условия устойчивого развития человечества;
- основные различия живых и неживых систем;
- базовые представления о разнообразии биологических объектов.

Уметь:

- объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры;
- анализировать различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению;
- анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать.

Владеть:

- понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,0	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,88	32	24
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	0,87	31	23,25
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,87	31	23,25
Вид контроля:			
Зачет	0,25	9,0	6,75
Контактная работа - промежуточная аттестация	0,25	0,2	0,15
Подготовка зачету с оценкой		8,8	6,6
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Введение. Предмет экологии	6	1	1	0	4
1.1	Современная экология – междисциплинарная область знаний, структура современной экологии и основные методы исследования	6	1	1	0	4
2	Раздел 2. Биосфера	10	2	4	0	4
2.2	Биосфера как экосистема. Основные свойства биосферы.	5	1	2	0	2
2.3	Круговороты биогенных элементов.	5	1	2	0	2
3	Раздел 3. Экосистемы	11	3	3	0	5
3.1	Концепция экосистемы. Состав и основные характеристики экосистем.	4	1	1	0	2
3.2	Пищевые цепи и	5	1	1	0	3

	пищевые сети. Трофические уровни. Распределение энергии в экосистеме					
3.3	Динамика экосистем, сукцессии, этапы сукцессионного процесса	2	1	1	0	0
4	Раздел 4. Сообщества и популяции	9	2	2	0	5
4.1	Понятие о популяции. Статические и динамические показатели популяции	4	1	1	0	2
4.2	Видовая структура сообществ. Пространственная структура сообществ. Биотические связи. Экологическая ниша.	5	1	1	0	3
5	Раздел 5. Организм и среда	9	5	2	0	2
5.1	Главные уровни организации живых систем	1	1	0	0	0
5.2	Экологические факторы, их классификация. Основные законы экологии	3	1	0	0	2
5.3	Среды жизни. Общая характеристика	1	1	0	0	0
5.4	Формирование ареалов, первичный ареал, расселение организмов	2	1	1	0	0
5.5	Концепция биологического разнообразия. Уровни биоразнообразия	2	1	1	0	0
6	Раздел 6. Устойчивое природопользование	8	1	2	0	5
6.1	Проблемы и перспективы обеспечения человечества биологическими	8	1	2	0	5

	ресурсами. Особо охраняемые территории					
7	Раздел 7. Глобальные экологические проблемы	10	2	2	0	6
7.1	Понятие «загрязнение окружающей среды». Классификация загрязнений окружающей среды	5	1	1	0	3
7.2	Понятие глобальной экологической проблемы. Экологический кризис и его характерные черты	5	1	1	0	3
	ИТОГО	63	16	16	0	31
	Зачет	9				
	ИТОГО	72	16	16	0	31

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Предмет экологии

1.1 Современная экология – междисциплинарная область знаний, структура современной экологии и основные методы исследования. Экология как фундаментальная основа устойчивого развития и сохранения биоразнообразия.

Раздел 2. Биосфера

2.2 Биосфера как экосистема. Основные свойства биосферы. Место биосферы среди оболочек Земли. В.И. Вернадский о взаимодействии живого и косного вещества. Биосферные функции человека. Ноосфера

2.3 Круговороты биогенных элементов. Типы циркуляции биогенных элементов в биосфере. Нарушения биогеохимических циклов, возникающие в результате возрастающей антропогенной нагрузки, и их последствия.

Раздел 3. Экосистемы

3.1. Концепция экосистемы. Соотношение понятий «биогеоценоз» и «экосистема». Состав и основные характеристики экосистем. Категории организмов (автотрофы, гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты). Поток энергии в экосистеме.

3.2. Пищевые цепи и пищевые сети. Трофические уровни. Распределение энергии в экосистеме, правило десяти процентов. Правило экологических пирамид: правило пирамиды продукции, правило пирамиды биомасс и правило пирамиды чисел.

3.3 Динамика экосистем, сукцессии, этапы сукцессионного процесса. Роль биоразнообразия в поддержании целостности и функциональной устойчивости экосистем. Климатическая зональность и основные типы наземных экосистем. Особенности водных экосистем. Антропогенные экосистемы: агроэкосистемы и урбоэкосистемы.

Раздел 4. Сообщества и популяции

4.1. Понятие о популяции. Статические показатели популяции: численность, плотность,

показатели структуры. Динамические показатели популяции: рождаемость, смертность, скорость роста. Продолжительность жизни и выживаемость. Кривые выживания. Экологические стратегии выживания. Регуляция плотности популяции.

4.2. Видовая структура сообществ. Пространственная структура сообществ. Биотические связи. Экологическая ниша. Реализованная и фундаментальная ниши.

Раздел 5. Организм и среда

5.1. Главные уровни организации живых систем. Организм как живая целостная система. Разнообразие организмов.

5.2. Экологические факторы, их классификация. Лимитирующие экологические факторы. Правило Либиха, закон Шелфорда. Адаптация. Толерантность и резистентность. Общие закономерности действия экологических факторов на организм. Комплексное действие среды. Значение света, температуры и влажности для живых организмов.

5.3. Среда жизни. Общая характеристика: водной, наземно-воздушной, почвенной и организменной сред. Среда обитания, местообитания и биотопы.

5.4. Формирование ареалов, первичный ареал, расселение организмов. Границы, размеры и формы ареалов, и факторы, их обуславливающие. Антропогенная трансформация ареалов.

5.5. Концепция биологического разнообразия. Уровни биоразнообразия: генетический, видовой, экосистемный. Всемирная стратегия сохранения биологического разнообразия. Охрана редких и исчезающих видов. Красные книги. Заповедники и национальные парки.

Раздел 6. Устойчивое природопользование

6.1. Проблемы и перспективы обеспечения человечества биологическими ресурсами. Значение особо охраняемых природных территорий и их современная система: национальные парки, заповедники, заказники, природные парки, резерваты, памятники природы. Основные принципы и методы оценки качества окружающей среды, ее динамики во времени и пространстве. Международное сотрудничество в области изучения и сохранения биоразнообразия.

Раздел 7. Глобальные экологические проблемы

7.1 Понятие «загрязнение окружающей среды». Классификация загрязнений окружающей среды. Химические загрязнители (тяжелые металлы, пестициды, нитраты и т. д.), их источники, а также прямое и косвенное воздействие. Физическое загрязнение (радиационное, электромагнитное, шумовое, вибрационное, тепловое, световое), его источники и последствия для живых организмов. Биологическое загрязнение, его примеры и последствия. Загрязнение твердыми отходами, проблема накопления мусора. Методы ремедиации водной, почвенной и воздушной сред.

7.2. Понятие глобальной экологической проблемы. Экологический кризис и его характерные черты. Демографическая проблема. Проблемы урбанизации. Продовольственная проблема, ее причины и следствия. Пути решения. Энергетическая и сырьевая проблема. Парниковый эффект. Кислотные дожди. Разрушение озонового слоя. Снижение биоразнообразия как глобальная экологическая проблема. Опустынивание как глобальная экологическая проблема. Обезлесивание как глобальная экологическая проблема. Радиоактивное загрязнение.

Общее количество разделов – 7.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	Знать:							
1	фундаментальные понятия, законы и принципы экологии	+	+	+				
2	закономерности развития экосистем и их компонентов		+	+	+			
3	причины и тенденции развития современных экологических проблем				+	+		+
4	основные результаты воздействия общества на природу, экологические последствия этого воздействия				+	+		+
5	условия устойчивого развития человечества		+	+			+	+
6	основные различия живых и неживых систем;		+	+				
7	базовые представления о разнообразии биологических объектов			+	+	+	+	+
	Уметь:							
8	объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры	+	+	+			+	+
9	анализировать различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению		+	+			+	+
10	анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать		+	+	+	+	+	+
	Владеть:							
11	понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных		+	+	+	+	+	+
	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения						

10	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации	+	+					+
		УК-8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в мирное и военное время; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению		+	+				+
		УК-8.3. Владеет навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов			+	+			+

11	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК-1.2. Знает основные принципы и закономерности функционирования природных и техногенных экосистем, биосферных и эволюционных процессов, переноса энергии и вещества в биосфере, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты, системы и процессы, основные закономерности взаимодействия биосферы и человека, глобальные проблемы и последствия антропогенного и техногенного воздействия на природные среды и процессы, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды.	+	+	+	+	+	+	+

12	ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК-5.3. Владеет навыками осуществления технического контроля по соблюдению технологической дисциплины, оценки эффективности использования производственных ресурсов и деятельности предприятия в условиях действующего производства в соответствии с технологическими регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
1	1	Современная экология – междисциплинарная область знаний, структура современной экологии и основные методы исследования	1
2	2	Биосфера как экосистема. Биологическое продуцирование в биосфере. Биологическая регуляция геохимической среды. Основные свойства биосферы.	2
3	2	Круговороты биогенных элементов	2
4	3	Концепция экосистемы. Нарушения биогеохимических циклов, возникающие в результате возрастающей антропогенной нагрузки, и их последствия.	1
5	3	Продуценты, консументы, редуценты, их экологическая роль. Пищевые цепи и пищевые сети. Трофические уровни.	1
6	3	Распределение энергии в экосистеме, правило десяти процентов. Экологические пирамиды. Динамика экосистем	1
7	4	Статические показатели популяции. Динамические показатели популяции. Лимитирующие экологические факторы.	1
8	4	Структуры сообществ: видовая, пространственная. Биотические связи	1
9	5	Ареалы и расселение организмов	1
10	5	Биологическое разнообразие и его уровни	1
11	6	Особо охраняемые природные территории. Национальные парки, заповедники, заказники, природные парки, резерваты, памятники природы	2
12	7	Загрязнение окружающей среды.	1
13	7	Глобальные экологические проблемы	1

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Экология*» не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;

- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса.

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 и написании реферата (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Максимальная оценка за реферат 20 баллов

1. Глобальный характер продовольственной проблемы. Пути решения продовольственной проблемы в условиях Российской Федерации.
2. Отходы производства и потребления как сырье. Примеры использования техногенного сырья в производстве строительных материалов.
3. Теплозащита зданий и сооружений – шаг в энергосбережении.
4. Природные и техногенные катастрофы и их последствия для биосферы и человека.
5. Воздействие на окружающую среду автомобильного транспорта и дорожной сети.
6. Совершенствование энергосберегающих Чрезвычайные ситуации и аварийность на нефтегазовом комплексе.
7. Состояние здоровье населения г. Москвы как индикатор устойчивого развития.
8. Состояние минерально-сырьевой базы Центрального Федерального округа.
9. Качество природной среды и состояние природных ресурсов Московской области.
10. Состояние атмосферного воздуха на территории Московской области.
11. Водные ресурсы Московской области.
12. Состояние земельного фонда Московской области.
13. Загрязнители почвы. Нефтяное загрязнение почв и способы борьбы с его последствиями.
14. Радиационное загрязнение природной среды.
15. Экологические проблемы городской среды (на примере г. Москвы).
16. Систем жилых домов как технических систем.
17. Причины шумового загрязнения и борьба с ним.
18. Изменение климата и его последствия (на примере конкретного региона).
19. Современное домостроение в аспекте экологической безопасности.
20. Биоритмы в жизни студента.
21. Состав и показатели качества природных вод (на примере водных объектов Московской области).
22. Основные загрязнители атмосферы в Московской области. Экологические принципы развития городов. Градостроительные концепции.
23. Энерго- и водосберегающие мероприятия в системах водоснабжения.
24. Электромагнитное загрязнение городских территорий.
25. Атомная энергетика: за и против.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины «Экология»

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (1 контрольная работа по разделам 1-4, вторая контрольная работа по разделам 5-7, Максимальная оценка за контрольные работы 80 составляет по 40 баллов за каждую).

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 40 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 10 баллов.

Вопросы контрольной работы № 1 сформулированы по разделам:

Раздел 1. Введение; Предмет экологии.

Раздел 2. Биосфера;

Раздел 3. Экосистемы

Раздел 4. Сообщества и популяции;

Вариант №1

1. Перечислите и дайте подробное описание этапов исторического развития экологии как науки.
 2. Какие группы экологических факторов Вы знаете? Дайте определения.
 3. Что такое круговорот веществ на Земле? Какие виды круговоротов веществ Вы знаете (опишите их)?
-

Вариант №2

1. Основные законы функционирования экосистем.
 2. Дайте определения и приведите примеры отношений «жертва-эксплуататор», конкуренция, мутуализм.
 3. Дайте определения понятиям «биоценоз», «биотоп». Отличия терминов «биоценоз» и «биота»?
-

Вариант №3

1. Что такое экология? Кто ввёл в науку термин «экология»?
 2. Сформулируйте закон минимума Либиха; закон взаимодействия факторов; закон толерантности; закон пирамиды энергий (или правило 0,1). Кто установил каждый из законов?
 3. Основные характеристики сообщества и экосистемы.
-

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 40 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 10 баллов.

Вопросы контрольной работы № 2 сформулированы по разделам:

Раздел 5. Организм и среда

Раздел 6. Устойчивое природопользование;

Раздел 7. Глобальные экологические проблемы

Вариант №1

1. На какие группы делятся биологические потребности человека? Что относят к базовым биологическим потребностям?
2. Дайте определения понятиям: качество окружающей среды; нормирование качества окружающей среды; благоприятная окружающая среда

3. Основные направления международного сотрудничества. Международные объекты охраны окружающей среды. Какие международные организации в области охраны окружающей среды Вы знаете?

Вариант №2

1. Опишите роль деятельности редуцентов.
 2. Что является главной задачей охраны природы? Понятие селекции.
 3. Перечислите важнейшие глобальные экологические проблемы современности. Сущность, причины возникновения и пути решения этих проблем?
-

Вариант №3

1. Классический пример аллогенной сукцессии - эвтрофирование озер. Как Вы считаете, каковы последствия антропогенной эвтрофикации водоемов?
 2. Понятие инженерная экология.
 3. Основные принципы концепции устойчивого развития. Стратегия устойчивого эколого-экономического развития
-

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. Суясов Н.А. Экология [Текст]: учебное пособие / Н. А. Суясов, Е. Д. Мурзина. — Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. — 92 с.
2. Методические указания для студентов высшего колледжа рационального природопользования по прохождению практик (направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование) [Текст]: учебное пособие / сост.: А. А. Додонова, А. А. Занин, Е. Б. Кручина. - Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 71 с.
3. Мамонтов С.Г. Общая биология [Текст]: учебник / С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров. – Москва: Высшая школа. – 2008. – 512 с

Б. Дополнительная литература

1. Николайкин, Н. И. Экология [Текст]: учебник / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. - Москва: Дрофа, 2009. – 622 с.
2. Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества [Текст]: учебник. – Москва: Изд-во МГУ, 2006. – 624 с.
3. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров [Текст]: учебное пособие / ред.: О.Г. Воробьев, Н. И. Николайкин. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2006. – 508 с.

4. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 25.04.2022). - Режим доступа: по подписке.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. <http://www.mnr.gov.ru> - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
2. <http://www.gosnadzor.ru> – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
3. <http://www.ecocom.ru/arhiv/ecocom/officinf.html> (Государственный доклад о состоянии окружающей среды)
4. <http://rus-stat.ru> - «Россия в окружающем мире» (ежегодник)
5. <http://www.greenpeace.org/russia/ru/> - Гринпис Российское представительство
6. <http://www.wwf.ru/> - WWF (Всемирный фонд дикой природы)
7. <http://www.biodat.ru> – Сайт информационных ресурсов BioDat
8. <http://www.ecopolicy.ru> - Центр экологической политики России
9. Проектом ГЭФ «Сохранение биоразнообразия». – [Электронный ресурс] – <http://www.biodat.ru>

Научно-технические журналы:

- Журнал «Экология производства», ISSN 2078-3981
- Журнал «Справочник эколога», ISSN 2309-6268
- Журнал «Экология и промышленность России», ISSN 1816-0395

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 32, (общее число слайдов – 640);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 463 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 «*Экология*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

4	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Предмет экологии	Знает фундаментальные понятия, законы и принципы экологии; Умеет объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры; Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	Оценка за контрольную работу № 1 (3 семестр)
Раздел 2. Биосфера	Знает фундаментальные понятия, законы и принципы экологии; закономерности развития экосистем и их компонентов; условия устойчивого развития человечества; основные различия живых и неживых систем. Умеет объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической	Оценка за контрольную работу № 1 (3 семестр)

	деятельности и культуры; анализировать различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению; анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	
Раздел 3. Экосистемы	Знает фундаментальные понятия, законы и принципы экологии; закономерности развития экосистем и их компонентов; условия устойчивого развития человечества; основные различия живых и неживых систем; базовые представления о разнообразии биологических объектов. Умеет объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры; анализировать различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению; анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать. Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	Оценка за контрольную работу № 1 (3 семестр)
Раздел 4. Сообщества и популяции	Знает закономерности развития экосистем и их компонентов; причины и тенденции развития современных экологических проблем; основные результаты воздействия общества на природу; экологические последствия этого воздействия; базовые представления о разнообразии биологических объектов.	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)

	Умеет анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать. Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	
Раздел 5. Организм и среда	Знает причины и тенденции развития современных экологических проблем; - основные результаты воздействия общества на природу; экологические последствия этого воздействия; базовые представления о разнообразии биологических объектов. Умеет анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать. Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	Оценка за контрольную работу № 2 (3 семестр)
Раздел 6. Устойчивое природопользование	Знает условия устойчивого развития человечества; базовые представления о разнообразии биологических объектов. Умеет объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры; различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению; анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать. Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	Оценка за контрольную работу № 2 (3 семестр)

Раздел 7. Глобальные экологические проблемы	Знает причины и тенденции развития современных экологических проблем; основные результаты воздействия общества на природу; экологические последствия этого воздействия; условия устойчивого развития человечества; основные различия живых и неживых систем; базовые представления о разнообразии биологических объектов. Умеет объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры; анализировать различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению; анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать. Владеет понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.	Оценка за контрольную работу № 2 (3 семестр) Оценка за реферат (3 семестр)

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Экология»**

основной образовательной программы
19.03.01 «Биотехнология»
Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Биогеотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.х.н., доцентом кафедры биотехнологии М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.
Д.И. Менделеева «17» июня 2024 г., протокол № 14.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Биогеотехнология»** относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по разделам химии, биохимии, общей биологии, микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии и имеют представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека.

Цель дисциплины - дать студенту целостные представления о современных эффективных методах добычи и переработки минерального сырья, создании безотходных и малоотходных технологий, обеспечивающих комплексное использование минеральных ресурсов.

Задачи дисциплины сводятся к обучению студентов навыкам составления и анализа технологических схем извлечения металлов из руд, концентратов, горных пород и растворов под действием микроорганизмов и их метаболитов, а также приобретению студентами знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений, как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Дисциплина **«Биогеотехнология»** преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

	– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.	эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего

				образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области

				создания биотехнических систем и технологий.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- экономические критерии оптимизации производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- модели роста и образования продуктов;
- методы культивирования,

Уметь:

- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

Владеть:

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	0,89	32	24

в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,8	5,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаборат орные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение. Современное состояние и перспективы развития биогeотехнологии.	3	0	2	0	0	0	0	0	1
1	Раздел 1. Микроорганизмы и их роль в биогeотехнологии металлов.	20	0	8	0	10	0	0	0	2
2	Раздел 2. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.	32	0	16	0	14	0	0	0	2
2.1	Технология кучного и подземного выщелачивания.	13	0	6	0	6	0	0	0	1
2.2	Технология чанового выщелачивания.	19	0	10	0	8	0	0	0	1
3	Раздел 3. Технологические аспекты переработки коллективных руд, концентратов и минерального сырья.	17	0	6	0	8	0	0	0	3
3.1	Переработка концентратов и коллективных руд. Обогащение руд.	7	0	2	0	4	0	0	0	1
3.2	Микробиологическая переработка минерального сырья.	5	0	2	0	2	0	0	0	1

3.3	Биосорбция металлов из растворов. Типы взаимодействий между металлами и микробной клеткой.	5	0	2	0	2	0	0	0	1
	ИТОГО	72	0	32	0	32	0	0	0	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Основные вопросы, решаемые биогеотехнологией. Современное состояние и перспективы развития биогеотехнологии.

Раздел 1. Микроорганизмы и их роль в биогеотехнологии металлов.

Микроорганизмы и микробиологические процессы, важные для гидрометаллургии: окисление сульфидных минералов, элементарной серы и закисного железа; образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей и т.д., способных разрушать минералы и окислять или восстанавливать химические элементы с переменной валентностью; аккумуляция микроорганизмами химических элементов или их осаждение.

Раздел 2. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.

Определение пригодности руд для выщелачивания. Определение химического состава руд, концентратов и продуктов выщелачивания. Интенсификация процессов бактериального выщелачивания.

2.1. Технология кучного и подземного выщелачивания. Общие положения кучного и подземного выщелачивания. Выщелачивание цветных металлов в отвалах. Кучное выщелачивание дробленой рудной породы, отходов горнодобывающей промышленности, побочных бедных руд. Бактериальное выщелачивание выработанных рудных залежей на месте залегания. Выщелачивание урана на месте залегания. Технологическая схема кучного и подземного бактериально-химического выщелачивания меди, никеля и кобальта из медно-никелевых руд. Обогащение руд цветных металлов с использованием сульфатредуцирующих бактерий.

2.2. Технология чанового выщелачивания. Общие положения чанового выщелачивания. Технология чанового бактериального выщелачивания сульфидных концентратов в различных режимах культивирования бактерий.

Технологические аспекты переработки сульфидных концентратов. Извлечение урана, золота, серебра, меди и других металлов из окисных руд или упорных сульфидных концентратов. Переработка оловосодержащих концентратов. Технологическая схема очистки оловянного концентрата от мышьяка и комплексная переработка оловянно-медно-мышьяковых концентратов. Выщелачивание марганца. Микробиологическое выщелачивание алюминия.

Раздел 3. Технологические аспекты переработки коллективных руд, концентратов и минерального сырья.

3.1. Переработка концентратов и коллективных руд. Переработка коллективных медно-цинковых руд и концентратов. Переработка медно-никелевых, свинцово-цинковых, медно-висмутовых, сурьмяно-ртутных и других концентратов.

Переработка золотосодержащих концентратов. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов. Переработка золотомышьяковых руд и концентратов: бактериальная безобжиговая технология. Извлечение золота из углистых золотомышьяковых концентратов. Выщелачивание самородного золота.

3.2. Микробиологическая переработка минерального сырья. Обогащение руд. Микробиологический способ обезжелезивания минерального сырья. Биогеотехнология обессеривания углей. Биогеотехнология и борьба с метаном в угольных шахтах. Биогеотехнология и повышение отдачи нефтеотдачи пластов. Обогащение руд и концентратов. Применение сульфатредуцирующих бактерий в процессах флотации окисленных минералов.

3.3. Биосорбция металлов из растворов. Микробиологическое извлечение металлов из растворов и сточных вод. Новые направления в биогидрометаллургии: биосорбция (извлечение из разбавленных растворов свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана, золота, серебра, платины, селена), осаждение металлов в виде сульфидов или цианидов (извлечение меди), восстановление Cr^{6+} в бытовых сточных водах. Типы взаимодействий между металлами и микробной клеткой.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	<i>Знать:</i>			
1	основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;	+	+	+
2	принципиальную схему биотехнологического производства;	+	+	+
3	экономические критерии оптимизации производства;	+	+	+
4	особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;	+	+	+
5	основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;	+	+	+
6	биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;	+	+	+
7	методы культивирования;	+	+	+
8	основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов;		+	+
9	важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.	+	+	+
	<i>Уметь:</i>			
10	осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;	+	+	+
11	выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;	+	+	+
12	осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;	+	+	+
13	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;	+	+	+

14	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;	+	+	+	
15	определять параметры сырья и продукции при их сертификации;	+	+	+	
16	выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.	+	+	+	
	<i>Владеть:</i>				
17	методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;	+	+	+	
18	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	+	+	+	
19	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;	+	+	+	
20	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
21	ПК-5. Способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных	ПК-5.1. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+	+
		ПК-5.2. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+	+

	клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Микроорганизмы и микробиологические процессы, важные для гидрометаллургии:	5
2	1	Образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей	5
3	2	Общие положения кучного и подземного выщелачивания.	4
4	2	Технологическая схема кучного и подземного бактериально-химического выщелачивания меди, никеля и кобальта из медно-никелевых руд.	4
5	2	Технология чанового бактериального выщелачивания сульфидных концентратов в различных режимах культивирования бактерий.	6
6	3	Переработка концентратов и коллективных руд.	4
7	3	Микробиологическая переработка минерального сырья. Обогащение руд.	2
8	3	Биосорбция металлов из растворов	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. 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 и составляет по 30 баллов за работы 1-2 и 40 баллов за 3-ю.

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

Вопрос 1.1.

1. Микробиологические процессы в биогеотехнологии металлов.
2. Технологическая схема переработки сульфидных концентратов.
3. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.

4. Комплексная переработка коллективных руд.

Вопрос 1.2.

1. Выщелачивание самородного золота.
2. Выщелачивание марганца.
3. Микробиологическое выщелачивание алюминия.
4. Микробиологический способ обезжелезивания минерального сырья.

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

Вопрос 2.1.

1. Очистка оловянного концентрата от мышьяка и комплексная переработка оловянно-медно-мышьяковых концентратов.
2. Переработка коллективных медно-цинковых руд и концентратов.
3. Бактериальное выщелачивание выработанных рудных залежей на месте залегания.
4. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов.

Вопрос 2.2.

1. Деструкция феррицианидов микробным сообществом почв в аэробных и анаэробных условиях.
2. Переработка сурьмяно-ртутных концентратов.
3. Обогащение руд цветных металлов с использованием сульфатредуцирующих бактерий.
4. Извлечение золота, серебра, меди и других металлов из окисных руд или упорных сульфидных концентратов.

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

Вопрос 3.1.

1. Извлечение золота из углистых золотомышьяковых концентратов.
2. Выщелачивание цветных металлов в отвалах.
3. Извлечение из разбавленных растворов свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана, золота, серебра, платины, селена.
4. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов.
5. Повышение нефтеотдачи пластов методами биотехнологии.

Вопрос 3.2.

1. Биологический способ извлечения теллура из растворов.
2. Выщелачивание и обогащение марганцевых руд.
3. Биовыщелачивание кобальт-содержащих пиритов.
4. Утилизация метана в шахтах.
5. Удаление серосодержащих соединений из угля.
6. Биосорбция урана.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

б) Дополнительная литература

1. Всеволод Емцев, Евгений Мишустин Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253 с.
2. Кузнецов А. Е., Градова Н. Б., Лушников С. В. и др. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в 2 т., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 г. – 485 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) www.fbb.msu.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 170);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк тестовых заданий для промежуточного контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Биогеотехнология»* проводятся в форме лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

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

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; рекламные проспекты с основными видами и характеристиками биотехнологической продукции.

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

материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Микроорганизмы и их роль в биоготехнологии и металлов.	<i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства, принципиальную схему биотехнологического производства, экономические критерии оптимизации производства, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними, биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта, методы культивирования, важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.	Оценка за контрольную работу №1 (8-ой семестр)

	<i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории, выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования, осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации, выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	
Раздел 2. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.	<i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства, принципиальную схему биотехнологического производства, экономические критерии оптимизации производства, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними, биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта, методы культивирования, основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов, важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии. <i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории, выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования, осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции, определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха,	Оценка за контрольную работу №2 (8-ой семестр) Оценка за контрольную работу №3 (8-ой семестр)

	конструирования и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	
Раздел 3. Технологические аспекты переработки и коллективных руд, концентратов и минерального сырья.	<i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства, принципиальную схему биотехнологического производства, экономические критерии оптимизации производства, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними, биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта, методы культивирования, основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов, важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии. <i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории, выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования, осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции, определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	Рейтинговая контрольная работа по темам модуля.

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Биогеотехнология»**

основной образовательной программы

19.03.01 «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «_____»____20__г.

