

**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
«Биоинформатика»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:
д.т.н., доцентом 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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Биоинформатика»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, информатики, математическому моделированию, молекулярной биологии и генетике.

Цель дисциплины - дать студенту-биотехнологу целостные представления о современном состоянии и перспективах развития передовой области биотехнологии – биоинформатике, основанной на использовании данных о биологических структурах, аминокислотных и нуклеотидных последовательностях биотехнологических объектов (клеток микроорганизмов, растений, животных и т.п.).

К задачам дисциплины следует отнести:

а) усвоение студентами основных подходов к решению задач биоинформатики, приобретение базовых навыков работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемых в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике;

б) ознакомление с возможностями инструментария Интернет для организации учебного процесса в области биотехнологии;

в) формирование представлений об основных операционных системах и реляционных базах данных, о современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом;

г) приобретение навыков бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции;

д) формирование представлений об организации баз данных, алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предметам деятельности геномики и протеомики.

При изучении дисциплины студент формирует основные представления и приобретает практические навыки работы с современными информационными ресурсами, базами данных в области биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетики.

Программа дисциплины **«Биоинформатика»** 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 методов биоинформатики должно дать студенту целостное представление о практическом значении изучаемого предмета. Достаточно подробное изложение методов биоинформатики предназначено для формирования у студентов научного подхода к использованию современных приемов анализа данных. Сформированные при изучении данной дисциплины профессиональные компетенции обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента в области молекулярной и клеточной биологии, генетики.

Дисциплина **«Биоинформатика»** ориентирована в настоящем курсе на контингент обучающихся в области промышленной биотехнологии, поэтому имеет особенности в представлении и подаче материала. Изучаются аспекты, связанные с обработкой биологической информации, полученной в производственных процессах, патентные

исследования, технико-экономические расчеты на основе полученных из эксперимента данных, автоматизированные системы управления производственным процессом.

Дисциплина **«Биоинформатика»** 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:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Компьютерная грамотность при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2. Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.1. Знает особенности информационных технологий, использования современных систем поиска, обработки и анализа информации из различных источников в профессиональной области деятельности; ОПК-2.2. Умеет использовать современные программные средства, базы данных и программные оболочки для решения задач профессиональной деятельности; ОПК-2.3. Владеет навыками работы в компьютерных сетях для организации оперативного обмена информацией между исследовательскими группами, представления информации в электронных журналах и конференциях.
	ОПК-3. Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-3.1. Знает принципы и методологию использования современных программных пакетов, оболочек и средств программирования для проведения биоинформатических, инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, основных этапов выполнения и содержания проектных работ; ОПК-3.2. Владеет навыками использования современных программных пакетов, оболочек и средств программирования для проведения биоинформатических, инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации

		технологических процессов, выполнения проектных работ, визуального и графического представления информации; ОПК-3.3. Умеет модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации;
- подходы к решению задач биоинформатики, основные сведения об операционных системах и реляционных базах данных, о современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом;

Уметь:

- использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и другую информацию, в научно-исследовательской работе;
- самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания;
- хорошо ориентироваться в основных проблемах и задачах биологии, физико-химической биологии, биоинформатики и использовать эти знания в экспериментальной и теоретической деятельности;
- получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации;
- проводить наблюдения, описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы.

Владеть:

- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
- информационными технологиями и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- навыками бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции;
- представлениями об организации баз данных, алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предмету деятельности геномики и протеомики.
- базовыми навыками работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике;

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:	2,83	102	76,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,17	6	4,5
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	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. занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто- ятельная работа
	Введение	2	0	2	0	0	0	0	0	0
1	Раздел 1. Информационные ресурсы, поиск информации, средства обработки и представления информации.	29	0	18	0	10	0	0	0	1
2	Раздел 2. Языки программирования, базы данных, управление биопроцессом, обработка результатов эксперимента.	32	0	20	0	10	0	0	0	2
3	Раздел 3. Специализированные ресурсы в области биологической информации, форматы, программные пакеты, подходы к выборке и обработке информации.	32	0	20	0	10	0	0	0	2
4	Раздел 4. Подходы к выравниванию последовательностей: алгоритмы, методы, интерпретация результатов. Методы предсказания белковых структур. Гомология, филогения, эволюционные деревья. Фармакоинформатика.	13	0	8	0	4	0	0	0	1
	ИТОГО:	108	0	68	0	34	0	0	0	6
	Экзамен	36								
	ИТОГО	144								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Биоинформатика. История, предмет, цели и задачи биоинформатики. Задачи анализа биологических данных: теория, эксперимент, практика. Базы данных, системы программирования, области их прикладного применения (научные исследования, образовательный процесс, автоматизация производства и эксперимента).

Раздел 1. Информационные ресурсы, поиск информации, средства обработки и представления информации. Обзор основных баз данных, структура, запросы, возможности. БД Scopus, Science Direct. Индекс цитирования. Специализированные БД в области биологических и биотехнологических исследований: PubMed, NCBI, EMBnet, Entrez. Работа с патентными базами данных. Принципы патентного поиска и обработки информации. Системы управления обучением (Learning Management Systems, Moodle). Системы разработки обучающих электронных пособий (Гиперметод и др.). Системы обучающего компьютерного тестирования. Примеры из YouTube, Википедии и др.

Раздел 2. Языки программирования, базы данных, управление биопроцессом, обработка результатов эксперимента. Функции языков программирования в современных средствах коммуникации и поиска информации. Реляционные базы данных. СУБД Oracle и др. Современные средства и компьютерные системы автоматизации и управления производством (АСУТП). Структура автоматизированных комплексов. Введение в систему визуального программирования LabVIEW. Приложение LabVIEW к задачам сбора, анализа данных и управления биотехнологическими процессами. Техно-экономические расчеты. Бизнес-план. Примеры применительно к выпуску биотехнологической продукции.

Раздел 3. Специализированные ресурсы в области биологической информации, форматы, программные пакеты, подходы к выборке и обработке информации. Основные задачи и практические приложения. Специализированные сети в области молекулярной биологии и генетики, и их возможности. Номенклатура. Основные понятия и определения. Базы данных. Специализированные пакеты анализа последовательностей. Базы данных последовательностей ДНК, РНК и их структур. Базы данных профилей экспрессии генов. Выборка информации. Картографирование генома. Открытая рамка считывания. Ярлыки экспрессируемых последовательностей. Проект «Геном человека». Подбор праймеров для ПЦР-анализа. Микроматрицы ДНК, геночипы и их прикладное применение. Базы данных последовательностей белков, структур белков и биохимических путей. Подходы к выявлению связей между последовательностью и функцией белков. Использование в медицине.

Раздел 4. Подходы к выравниванию последовательностей: алгоритмы, методы, интерпретация результатов. Методы предсказания белковых структур. Гомология, филогения, эволюционные деревья. Фармакоинформатика. Цели и типы выравнивания. Основные алгоритмы и методы, критерии подобий. Множественное выравнивание. Форматы данных, программные средства, актуальные в настоящее время и алгоритмы, используемые в них. Сравнение структур. Основные подходы к предсказанию белковых структур по последовательностям ДНК и аминокислот. Стратегии предсказания генов. Стратегии предсказания белков. Программы предсказания белков и сложности в предсказании их функций. Нуклеотидные и белковые последовательности в гомологии, филогении и построении эволюционных деревьев. Гомология и подобие. Филогения и родство. Методы поиска и построения эволюционных деревьев. Базы данных филогенетического анализа. Понятие о мишени лекарственных средств. Программные средства и информационные ресурсы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<i>Знать:</i>				
1	основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации;	+	+	+	+
2	подходы к решению задач биоинформатики, базовые навыки работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике;	+	+	+	+
3	основные сведения об операционных системах и реляционных базах данных, о современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом;	+	+	+	+
	<i>Уметь:</i>				
4	использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и другую информацию, в научно-исследовательской работе;	+	+	+	+
5	самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания;	+	+	+	+
6	хорошо ориентироваться в основных проблемах и задачах биологии, физико-химической биологии, биоинформатики и использовать эти знания в экспериментальной и теоретической деятельности.	+	+	+	+
7	получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации;	+	+	+	+
8	проводить наблюдения, описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы.	+	+	+	+
	<i>Владеть:</i>				
9	основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией;	+	+	+	+
10	информационными технологиями и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых	+	+	+	+

	областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;				
11	навыками бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции;	+	+	+	+
12	представлениями об организации баз данных, алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предмету деятельности геномики и протеомики.	+	+	+	+
13	базовыми навыками работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике;	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
15	ОПК-2. Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.1. Знает особенности информационных технологий, использования современных систем поиска, обработки и анализа информации из различных источников в профессиональной области деятельности	+	+	+
		ОПК-2.2. Умеет использовать современные программные средства, базы данных и программные оболочки для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+
		ОПК-2.3. Владеет навыками работы в компьютерных сетях для организации оперативного обмена информацией между исследовательскими группами, представления информации в электронных журналах и конференциях.	+	+	+

16	ОПК-3. Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности.	использования современных программных пакетов, оболочек и средств программирования для проведения биоинформатических, инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, основных этапов выполнения и содержания проектных работ;	+	+	+	+
		ОПК-3.2. Владеет навыками использования современных программных пакетов, оболочек и средств программирования для проведения биоинформатических, инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации технологических процессов, выполнения проектных работ, визуального и графического представления информации	+	+	+	+
		ОПК-3.3. Умеет модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.	+	+	+	+

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	Знакомство с банками данных Swiss-Prot, PubMed и др., специализированными поисковыми системами.	10
2	2	Ознакомление с автоматизированным биотехнологическим стендом. Написание программ сбора данных, фильтрации, анализа поступающих сигналов с датчиков, управления исполнительными механизмами, регулирования параметров на LabVIEW.	10
3	3	Методология работ по подбору праймеров для ПЦР-анализа.	10
4	4	Выравнивание последовательностей. Ознакомление с программами, актуальными на момент обучения.	2
5	4	Филогенетические деревья. Реконструкция филогенетических деревьев.	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 индивидуальных контрольных заданий;
- 4) 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.

7.1. Примерные темы заданий для самостоятельной работы с применением кейс-технологий приведены ниже:

1. Изучение характеристик определенного преподавателем белка с помощью биологических баз данных и доступной литературы.
2. Инструменты для филогенетического типирования бактерий и грибов.
3. Филогенетический анализ семейства белков-гомологов.
4. 16S рРНК и 18S рРНК в филогенетическом анализе.
5. Подробный анализ и обсуждение актуальных статей по теме, относящейся к разделам 3, 4.

6. Современные программные средства в филогенетическом анализе.

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. Примеры индивидуальных контрольных заданий.

При самостоятельной работе по выполнению индивидуального контрольного задания студент должен использовать основную и дополнительную литературу по курсу, а также активно пользоваться научной литературой, электронными поисковыми системами, базами данных и Интернет-ресурсами, относящимися к биоинформатике. В контрольное задание входят два задания:

Задание 1. Поиск последовательностей. Найти записи, в известных базах данных, относящиеся к заданному преподавателем белку. Применить различные варианты поиска, отобразить подходы к поиску в отчете. Привести возможные форматы аннотации белка в разных базах. Выполнить парное и множественное выравнивание заданных преподавателем белков, в отчете обсудить параметры и результаты выравнивания, примененные программные средства.

Задание 2. Поиск и анализ гомологичных последовательностей. Найти гомологи определенного преподавателем белка, найти участки консервативных аминокислот, гидрофильных, гидрофобных, найти участок связывания с субстратом/ингибитором. Сделать выводы о возможности формирования определенных структур и функциональных участков. Освоить сервис поиска паттернов.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 1 и 2 и одна по разделам 3 и 4). Максимальная оценка за контрольные работы в семестре составляет по 20 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

1. Предмет, история и задачи биоинформатики.
2. Работа с патентными базами данных. Принципы патентного поиска и обработки информации.
3. Возможности баз данных Scopus, Science Direct. Индекс цитирования.

Вопрос 1.2.

1. Специализированные БД в области биологических и биотехнологических исследований: PubMed, NCBI, EMBnet, Entrez.
2. Задачи анализа биологических данных.
3. LabVIEW в задачах сбора, анализа данных и управления биотехнологическими процессами.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, первый вопрос оценивается в 5 баллов, второй – в 15 баллов.

Вопрос 2.1..

1. Форматы представления данных биологических последовательностей.
2. Базы данных последовательностей ДНК, РНК и их структур.
3. Микроматрицы ДНК, геночипы и их прикладное применение.

Вопрос 2.2.

Индивидуальное задание N1.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, первый вопрос оценивается в 5 баллов, второй – в 15 баллов.

Вопрос 3.1.

1. Подходы к выявлению связей между последовательностью и функцией белков.
2. Основные подходы к предсказанию белковых структур по последовательностям ДНК и аминокислот.
3. Гомология и подобие. Филогения и родство.

Вопрос 3.2.

2. Индивидуальное задание N2.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3-й семестр – экзамен)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов.

1. Биоинформатика. История, предмет, цели и задачи биоинформатики.
2. Задачи анализа биологических данных: теория, эксперимент, практика.
3. Базы данных, системы программирования, области их прикладного применения (научные исследования, образовательный процесс, автоматизация производства и эксперимента).
4. Базы данных последовательностей белков, структур белков и биохимических путей.
5. Цели и типы выравнивания последовательностей. Основные алгоритмы и методы.
6. Стратегии предсказания генов.
7. Гомология и подобие. Филогения и родство. Методы поиска и построения эволюционных деревьев. Базы данных филогенетического анализа.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (3-й семестр).

Контроль по дисциплине «Биоинформатика» проводится в 3-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей 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	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии

_____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г	19.04.01 Биотехнология «Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Биоинформатика»
Билет № 1 1. Цели и типы выравнивания последовательностей. Основные алгоритмы и методы. 2. Стратегии предсказания генов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Леск А. Введение в биоинформатику. Пер. с англ. – М., Бином. Лаборатория знаний, 2009, 318 с.

Б. Дополнительная литература

1. Калёнов, С. В. Дистанционная подготовка биотехнологов : элементы виртуальной образовательной среды / Калёнов С. В. , Панфилов В. И. , Кузнецов А. Е. ; под редакцией Чирковой Р. Г. - Москва : ДМК Пресс, 2014. - 94 с. - ISBN 978-5-97060-149-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601495.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 рабочей 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 – 90);
- 3) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 4) 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 *«Биоинформатика»* 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	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 (неисключительные 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

Также при реализации рабочей программы дисциплины предполагается использование программного обеспечения LabView, имеющего академическую лицензию для некоммерческого использования, а также Oracle – общедоступное обеспечение без лицензии.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Информационные ресурсы, поиск информации, средства	<i>знает:</i> основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации; подходы к решению задач биоинформатики, базовые навыки работы с	Оценка за контрольную работу №1

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
обработки и представления информации.	современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике; основные сведения об операционных системах и реляционных базах данных, о современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом; <i>умеет:</i> грамотно и самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме, и участвовать в различных формах дискуссий; использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и другую информацию, в научно-исследовательской работе; самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания; хорошо ориентироваться в основных проблемах и задачах биологии, физико-химической биологии, биоинформатики и использовать эти знания в экспериментальной и теоретической деятельности; получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; проводить наблюдения, описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы. <i>владеет:</i> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией; информационными технологиями и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых	Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности; навыками бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции; представлениями об организации баз данных, алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предмету деятельности геномики и протеомики.	
Раздел 2. Языки программирования, базы данных, управление биопроцессом, обработка результатов эксперимента.	<i>знает:</i> основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации; подходы к решению задач биоинформатики, базовые навыки работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике; основные сведения об операционных системах и реляционных базах данных, о современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом; <i>умеет:</i> грамотно и самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме, и участвовать в различных формах дискуссий; использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и другую информацию, в научно-исследовательской работе; самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания; хорошо ориентироваться в основных проблемах и задачах биологии, физико-химической биологии, биоинформатики и использовать эти знания в экспериментальной и теоретической деятельности; получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; проводить наблюдения,	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы. <i>владеет:</i> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией; информационными технологиями и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности; навыками бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции; представлениями об организации баз данных, алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предмету деятельности геномики и протеомики.	
Раздел 3. Специализированные ресурсы в области биологической информации, форматы, программные пакеты, подходы к выборке и обработке информации.	<i>знает:</i> основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации; подходы к решению задач биоинформатики, базовые навыки работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике; основные сведения об операционных системах и реляционных базах данных, о современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом; <i>умеет:</i> грамотно и самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме, и участвовать в различных формах дискуссий; использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	другую информацию, в научно-исследовательской работе; самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания; хорошо ориентироваться в основных проблемах и задачах биологии, физико-химической биологии, биоинформатики и использовать эти знания в экспериментальной и теоретической деятельности; получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; проводить наблюдения, описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы. <i>владеет:</i> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией; информационными технологиями и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности; навыками бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции; представлениями об организации баз данных, алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предмету деятельности геномики и протеомики.	
Раздел 4. Подходы к выравниванию последовательностей: алгоритмы, методы, интерпретация результатов. Методы предсказания белковых структур. Гомология, филогения,	<i>знает:</i> основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации; подходы к решению задач биоинформатики, базовые навыки работы с современными информационными ресурсами и базами данных, используемые в биотехнологии, биоинженерии, молекулярной биологии и генетике; основные сведения об операционных системах и реляционных базах данных, о	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
эволюционные деревья. Фармакоинформатика.	современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом; <i>умеет:</i> грамотно и самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме, и участвовать в различных формах дискуссий; использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и другую информацию, в научно-исследовательской работе; самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания; хорошо ориентироваться в основных проблемах и задачах биологии, физико-химической биологии, биоинформатики и использовать эти знания в экспериментальной и теоретической деятельности; получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; проводить наблюдения, описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы. <i>владеет:</i> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией; информационными технологиями и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности; навыками бизнес-планирования применительно к выпуску биотехнологической продукции; представлениями об организации баз данных,	

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	алгоритмов и программ анализа биологических последовательностей применительно к предмету деятельности геномики и протеомики.	

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Биоинформатика»
основной образовательной программы**

19.04.01 «Биотехнология»
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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
«Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:
доцентом кафедры биотехнологии к.х.н. 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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по разделам химии, биохимии, общей биологии и 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 - ознакомить студентов с основами комплексной переработки биомассы микроорганизмов (дрожжей и бактерий) с использованием современных технологических приемов и получением продуктов липидной, нуклеотидной и белковой природы, нашедших применение в химической, пищевой и медицинской промышленности. 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 и имеют представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека.

К **задачам дисциплины** следует отнести изучение студентом содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы; приобретение практических знаний и навыков, необходимых будущему магистру для обоснованных решений, как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Дисциплина **«Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»** 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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Профессиональные знания	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи;

	области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности; ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.
Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения; ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности; ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.
Инновационная деятельность	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества; ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта; ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры 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
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в

биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.

Уметь:

- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- выделять продукты метаболизма из клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.

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:	3,78	136	102
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	2,36	85	63,7
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,3
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,22	8	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,22	8	6
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. 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. работ ы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Введение. Раздел 1. Переработка микробной биомассы с получением продуктов липидной природы.	46	0	27	0	17	0	0	0	2
1.1	Основы технологии культивирования микроорганизмов продуцентов микробных липидов.	15	0	9	0	5	0	0	0	1
1.2- 1.4	Экстракционное выделение биожира. Выделение фосфолипидов. Получение свободных жирных кислот.	14	0	9	0	5	0	0	0	0
1.5- 1.6	Получение технологической смазки. Получение убихинона и эргостерина.	17	0	9	0	7	0	0	0	1
2	Раздел 2. Переработка микробного сырья с получением продуктов нуклеотидной природы.	51	0	29	0	17	0	0	0	5
2.1	Технология получения дрожжевой РНК.	10	0	6	0	3	0	0	0	1
2.2	Гидролиз полинуклеотидов с получением продуктов технического и пищевого назначения и субстанций для синтеза лекарственных средств.	10	0	6	0	3	0	0	0	1
2.3	Выделение и получение очищенных препаратов рибонуклеозидов из гидролизатов РНК.	10	0	6	0	3	0	0	0	1

2.4	Получение панкреатического гидролизата РНК.	11	0	6	0	4	0	0	0	1
2.5	Получение азотистых оснований (аденина и гуанина) нуклеиновых кислот кислотным гидролизом РНК.	10	0	5	0	4	0	0	0	1
3	Раздел 3. Переработка микробного сырья с получением продуктов белковой природы. Переработка бактериальной биомассы.	47	0	29	0	17	0	0	0	1
3.1	Основы технологии получения продуктов белковой природы.	22,5	0	14	0	8	0	0	0	0,5
3.2	Переработка бактериальной биомассы.	24,5	0	15	0	9	0	0	0	0,5
	ИТОГО	144	0	85	0	51	0	0	0	8
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2. Содержание разделов дисциплины

▪ **Введение.** Современное состояние и перспективы развития комплексной переработки биологического сырья с получением продуктов различной природы. Экономические проблемы микробиологических производств. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

▪ **Раздел 1. Переработка микробной биомассы с получением продуктов липидной природы.**

1.1. Основы технологии культивирования микроорганизмов продуцентов микробных липидов. Классификация липидов микроорганизмов, характеристика различных видов биотехнологических продуктов липидной природы и области их практического применения. Основы технологии культивирования микроорганизмов-продуцентов микробных липидов. Продуценты липидов (бактерии, дрожжи, микроскопические грибы, водоросли). Особенности состава питательной среды для культивирования липидообразующих дрожжей. Условия культивирования дрожжей: влияние аэрации, pH среды, температуры, субстрата. Культивирование дрожжей на гидролизатах торфа и древесины; на углеводородных субстратах. Влияние молекулярно-массового состава углеводов в питательной среде на качественный состав липидов и их выход. Режимы выращивания дрожжей с высоким содержанием различных групп липидов. Принципиальная технологическая схема переработки микробной биомассы с получением продуктов липидной природы. Требования для оборудования, помещения (цеха) и к подготовке персонала при производстве липидных препаратов.

1.2. Экстракционное выделение биожира. Технологическая схема отделения экстракции биожира. Предварительная подготовка биомассы дрожжей. Органические растворители, используемые при выделении микробного жира, их регенерация. Микробный био жир: возможности переработки с получением товарных продуктов.

1.3. Выделение фосфолипидов. Фосфолипиды: особенности растворимости в органических растворителях. Технологическая схема выделения фосфолипидов из биожира. Регенерация растворителей.

1.4. Получение свободных жирных кислот. Технологическая схема получения свободных жирных кислот. Кислотное число. Эфирное число. Иодное число. Характеристика и применение свободных жирных кислот.

1.5. Получение технологической смазки. Технологическая схема получения технологической смазки. Дезодорация нейтрального жира. Характеристика и применение технологической смазки.

1.6. Получение убихинона и эргостерина. Получение биологически активных веществ: убихинона и эргостерина из биожира.

▪ **Раздел 2. Переработка обезжиренного микробного сырья с получением продуктов нуклеотидной природы.**

2.1. Технология получения дрожжевой РНК. Технологическая схема получения дрожжевой РНК. Щелочная и солевая экстракция. Белково-нуклеиновый комплекс. Дрожжевая РНК, нуклеинат натрия: применение в медицине и пищевой промышленности.

2.2. Гидролиз полинуклеотидов с получением продуктов технического и пищевого назначения и субстанций для синтеза лекарственных средств. Технология получения нуклеозидов при гидролизе микробной РНК. Ферментативный гидролиз РНК. Гидролиз РНК химическими агентами.

2.3. Выделение и получение очищенных препаратов рибонуклеозидов из гидролизатов РНК. Технологические схемы получения гуанозина, уридина, аденозина и цитидина.

2.4. Получение панкреатического гидролизата РНК. Технологическая схема получения панкреатического гидролизата дрожжевой РНК, области применения.

2.5. Получение азотистых оснований (аденина и гуанина) нуклеиновых кислот кислотным гидролизом РНК. Технологическая схема получения азотистых оснований

(аденина и гуанина) нуклеиновых кислот кислотным гидролизом РНК. Получение гуанина и D-рибозы кислотным гидролизом гуанозина. Получение инозина дезаминированием аденозина. Получение 5'-аденозинфосфатов фосфорилированием аденозина ферментными системами пивных дрожжей.

▪ **Раздел 3. Переработка микробной биомассы с получением продуктов белковой природы. Особенности комплексной переработки бактериальной биомассы.**

3.1. Основы технологии получения продуктов белковой природы. Современное производство высокоочищенных препаратов на основе гидролиза белкового сырья с получением смеси аминокислот для медицины.

3.2. Особенности комплексной переработки бактериальной биомассы. Технологическая схема комплексной переработки бактериальной биомассы.

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.	+	+	+
	<i>Уметь:</i>			
7	– выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;	+	+	
8	– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;	+	+	+
9	– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;	+	+	+
10	– выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;	+	+	+
11	– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.	+	+	+
	<i>Владеть:</i>			
12	– методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;	+	+	
13	– методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	+	+	

14	– методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;	+	+	+	
15	– методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	+			
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
16	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи;	+	+	+
		ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности;	+	+	+
		ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.	+	+	+
17	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения;	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности;	+	+	+
		ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами,	+	+	+

		клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.			
18	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества	+	+	+
		ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта	+	+	+
		ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта	+	+	+

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	1.1	Оценка возможности комплексной переработки биологического сырья с получением продуктов различной природы. Анализ компонентного состава биомассы микроорганизмов.	2
2	1.1	Характеристика различных видов биотехнологических продуктов липидной природы и области их практического применения.	1
3	1.1	Сравнительный анализ продуцентов липидов.	1
4	1.1	Технологические подходы к культивированию микроорганизмов-продуцентов микробных липидов и характеристика особенностей состава питательных сред.	1
5	1.2	Способы обработки микробной биомассы для извлечения биожира.	1
6	1.3-1.5	Технологические подходы к получению фосфолипидов, свободных жирных кислот и технологической смазки из биожира.	6
7	1.6	Технологические подходы к получению биологически активных веществ медицинского назначения из биожира.	5
8	2.1	Сравнительный анализ методов экстракция дрожжевой РНК. Выбор оптимальной схемы выделения РНК.	3
9	2.2	Сравнительный анализ способов гидролиза полинуклеотидов. Ферментативный гидролиз РНК. Гидролиз РНК химическими агентами.	3
10	2.3	Технологические подходы к получению отдельных нуклеотидов.	3
11	2.4	Принципиальная схема получения панкреатического гидролизата дрожжевой РНК.	4
12	2.5	Технологические подходы к получению азотистых оснований (аденина и гуанина) нуклеиновых кислот кислотным гидролизом РНК. Принципиальные схемы получения гуанина и D-рибозы. Технологические подходы к получению инозина. Принципиальные схемы получения 5'-аденозинфосфатов фосфорилированием аденозина ферментными системами дрожжей.	4
13	3.1.	Технологические подходы к переработке микробной биомассы с получением продуктов белковой природы. Технологическая схема получения белка при комплексной переработке микробной биомассы.	8

14	3.2.	Сравнительная оценка технологий комплексной переработки дрожжевой и бактериальной биомассы с реализацией малоотходной схемы производства.	9

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, подготовка к тематическим занятиям, презентации;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- подготовка к участию в занятиях по решению и защите ситуационных задач;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

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

7.1. Примеры заданий для подготовки к практическим занятиям по решению и защите ситуационных задач

Подготовка к решению и защите ситуационных задач по тематике курса выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка выполнения задания складывается исходя из уровня подготовки студента к занятию и активности работы студента на занятии и составляет – 10 баллов.

Пример задания к практическому (семинарскому) занятию по решению и защите ситуационных задач:

Практическое задание по теме: «Оценка возможности комплексной переработки биологического сырья с получением продуктов различной природы».

Порядок выполнения задания:

- дать характеристику морфологических, физиологических и биохимических особенностей микроорганизмов, предложенных в задании;
- предложить состав среды, условия культивирования и режимы культивирования микроорганизмов, влияющих на состав микробной биомассы и количественное соотношение компонентов.
- проанализировать особенности микробной биомассы, предложенной в задании;
- охарактеризовать компонентный состав биомассы микроорганизмов различных видов;

– проанализировать различие физико-химических свойств природных биополимеров;

Задание 1. Предложить технологическую схему комплексной переработки биомассы бактерий (например, *Methylomonas clara*) с получением продуктов различной природы

Задание 2. Предложить технологическую схему комплексной переработки биомассы дрожжей (например, р. *Rhodotorulla*) с получением продуктов различной природы

Задание 3. Предложить технологическую схему комплексной переработки биомассы дрожжей (например, *Cryptococcus terricolus*) с получением продуктов различной природы

Задание 4. Предложить технологическую схему комплексной переработки биомассы водорослей с получением продуктов различной природы. Факторы, сдерживающие использования водорослей в качестве продуцентов липидов.

Задание 5. Предложить технологическую схему комплексной переработки биомассы микроскопических грибов (например, р. *Aspergillus niger*) с получением продуктов различной природы

7.2. Примерная тематика для подготовки рефератов

Реферат по тематике курса выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 10 баллов.

Примерная тематика реферата:

- Преимущества и недостатки получения продуктов переработки гуанозина с использованием тонкого химического синтеза.
- Предложите технологическую схему получения инозина. Приведите примеры использования инозина.
- Получение 5'-аденозинфосфатов фосфорилированием ферментными системами пивных дрожжей и их применение. Предложите технологическую схему получения 5'-аденозинфосфатов.
- Использование белковых гидролизатов, получаемых при различной степени гидролиза белковых веществ, выделенных из биомассы дрожжей.
- Способы получения белковых гидролизатов. Предложите технологическую схему получения белковых гидролизатов.
- Мембранотропные агенты, используемые при автолизе.
- Низшие пептиды. Их влияние на качество готового продукта при глубоком гидролизе белковых веществ.

7.3. Примерная тематика для подготовки презентаций

Презентация по тематике курса выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка презентации – 10 баллов.

Примерные темы презентаций:

- Выделение РНК из биомассы дрожжей при многотоннажном производстве.
- Применение нуклеината натрия в медицине и пищевой промышленности.
- Применение РНК как полупродукта для получения пищевкусовых добавок и лекарственных средств нуклеотидной природы.
- Использование аденозина и его производных. Технологическая схема получения

аденозина из дрожжевой РНК.

- Особенности получения панкреатического гидролизата РНК. Технологическая схема получения панкреатического гидролизата РНК медицинского назначения.
- Технологическая схема получения D-рибозы. Применение D-рибозы.
- Автолиз дрожжевой биомассы. Особенности деструкции белковых гидролизатов при автолизе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. 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 30 баллов и составляет по 10 баллов за каждую. 30 баллов отводится на реферат (10 баллов), подготовку презентации (10 баллов) и выполнение индивидуального задания (10 баллов).

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

Вопрос 1.1.

1. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств в биотехнологии.
2. Анализ компонентного состава биомассы микроорганизмов.
3. Классификация липидов микроорганизмов.
4. Простые липиды и области их практического применения.
5. Концентрат фосфолипидов и его применение.

Вопрос 2.1.

1. Монокарбоновые кислоты и области их практического применения.
2. Жирорастворимые витамины, выделяемые из биомассы микроорганизмов и возможность их практического применения.
3. Основы технологии культивирования микроорганизмов-продуцентов микробных липидов.
4. Особенности состава липидов бактерий. Бактерии как источники специфических жирных кислот.
5. Особенности образования липидов дрожжей.

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

Вопрос 2.1.

1. Сравните полинуклеотидный состав (РНК и ДНК) бактерий и дрожжей с точки зрения возможности их извлечения. Предложите технологические схемы получения полирибонуклеотидов.
2. Предложите технологическую схему выделения нуклеината натрия из дрожжей. Применение нуклеината натрия в медицине и пищевой промышленности.
3. Укажите различие в методах извлечения РНК из нативных и из высушенных клеток дрожжей. Предложите технологические схемы выделения РНК из таких дрожжевых клеток.
4. Предложите способы выделения белково-нуклеинового комплекса из щелочного экстракта. Как повысить выход нуклеиновых кислот из экстракта?

5. Перечислите методы разрушения белково-нуклеинового комплекса при выделении дрожжевой РНК. Как способ разрушения такого комплекса отражается на технологической схеме?

Вопрос 2.2.

1. Как очистить нуклеиновые кислоты от белков из белково-нуклеинового комплекса? Перечислите возможные способы и предложите схемы их очистки.

2. Какую часть водно-спиртовых стоков при получении дрожжевой РНК можно переработать? Перечислите пути переработки водно-спиртовых стоков.

3. Обоснуйте преимущества использования солей фосфора при очистке нуклеиновых кислот по сравнению с ферментативным способом. Опишите технологические схемы очистки.

4. Сравните использование полифосфатов и ортофосфатов при получении очищенной дрожжевой РНК.

5. Очистка РНК от солей после осаждения полирибонуклеотидов в изоэлектрической точке.

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

Вопрос 3.1.

1. Применение продуктов белковой природы. Потребность человека в белках.

2. Биологическая ценность белка микроорганизмов.

3. Использование белковых гидролизатов, получаемых при различной степени гидролиза белковых веществ, выделенных из биомассы дрожжей.

4. Степень гидролиза белковых веществ. Определение.

5. Способы получения белковых гидролизатов. Предложите технологическую схему получения белковых гидролизатов.

Вопрос 3.2.

1. Индукторы автолиза дрожжей. Определение.

2. Автолиз дрожжевой биомассы. Особенности деструкции белковых гидролизатов при автолизе.

3. Мембранотропные агенты, используемые при автолизе.

4. Низшие пептиды. Их влияние на качество готового продукта при глубоком гидролизе белковых веществ.

5. Очистка белковых гидролизатов от пигментов и продуктов деструкции биополимеров небелковой природы.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3-й семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3-й семестр – экзамен).

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

1. Общие особенности культивирования микроорганизмов-продуцентов липидов. Технологическая схема выделения свободных жирных кислот из биожира.

2. Способы выделения дрожжевой РНК из обезжиренной биомассы дрожжей. Химический и ферментативный гидролиз микробной РНК с получением продуктов нуклеотидной природы.

3. Технологическая схема получения белкового изолята альбуминовой фракции из биомассы дрожжей.

4. Технологическая схема выделения нуклеината натрия из дрожжей. Применение нуклеината натрия в медицине и пищевой промышленности.
5. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств в биотехнологии.
6. Компонентный состав биомассы микроорганизмов.
7. Классификация липидов микроорганизмов.
8. Простые липиды и области их практического применения.
9. Концентрат фосфолипидов и его применение.
10. Монокарбоновые кислоты и области их практического применения.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (3-й семестр).

Экзамен по дисциплине «Комплексная переработка биомассы микроорганизмов» проводится в 3-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» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	19.04.01 Биотехнология
	«Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»
Билет № 1 1. Общие особенности культивирования микроорганизмов-продуцентов липидов. Технологическая схема выделения свободных жирных кислот из биожира. 2. Способы выделения дрожжевой РНК из обезжиренной биомассы дрожжей. Химический и ферментативный гидролиз микробной РНК с получением продуктов нуклеотидной природы. 3. Технологическая схема получения белкового изолята альбуминовой фракции из биомассы дрожжей.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература

1. Промышленная микробиология / Под ред. Н.С. Егорова - М.: Высш. шк., 1989.- 688 с.
2. Красноштанова А.А., Баурина М.М., Шакир И.В. Технология получения биологически активных веществ учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. 120 с.

Б) Дополнительная 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.

2. Щербакова, Ю. В. Химия биологически активных веществ : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, А. Н. Акулов. — Казань : КНИТУ, 2018. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-2362-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138387> (дата обращения: 30.05.2022). — 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:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 170);
- банк тестовых заданий для промежуточного контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- 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 – 90).

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 *«Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

12.1. 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. Учебно-наглядные пособия:

Каталоги биотехнологической продукции.

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; 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.

11.5. 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
Введение. Раздел 1. Переработка микробной биомассы с получением продуктов липидной природы.	<i>Знает:</i> – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – экономические критерии оптимизации производства; – принципиальную схему биотехнологического производства; – особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; – основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;	Оценка за индивидуальное задание Оценка за контрольную работу 1 (3-ий семестр) Оценка за экзамен (3-ий семестр)

	– биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. <i>Умеет:</i> – выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства; – определять параметры сырья и продукции при их сертификации; – осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; – 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. <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. Переработка обезжиренного микробного сырья с получением продуктов полинуклеотидной природы. Гидролиз полинуклеотидов с получением продуктов технического и пищевого назначения и субстанций для синтеза лекарственных средств.	<i>Знает:</i> – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – принципиальную схему биотехнологического производства; – биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. <i>Умеет:</i> – выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства; – определять параметры сырья и продукции при их сертификации; – осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;	Оценка за презентацию Оценка за контрольную работу 2 (3-ий семестр) Оценка за экзамен (3-ий семестр)

	– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции. <i>Владеет:</i> – методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических показателей сырья и продуктов; – методами контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;	
Раздел 3. Переработка денуклеинизированной микробной биомассы с получением продуктов белковой природы. Особенности комплексной переработки бактериальной биомассы.	<i>Знает:</i> – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – принципиальную схему биотехнологического производства; – биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. <i>Умеет:</i> – выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства; – определять параметры сырья и продукции при их сертификации; – 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. <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.	Оценка за реферат Оценка за контрольную работу 3 (3-ий семестр) Оценка за экзамен (3-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 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
«Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»
основной образовательной программы
19.04.01 «Биотехнология»
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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
«Методологические основы исследований в биотехнологии»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Методологические основы исследований в биотехнологии»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биотехнологии и молекулярной генетики.

Цель дисциплины – сформировать у магистрантов методологические подходы к осуществлению профессиональной деятельности в сфере биотехнологий.

Задачи дисциплины:

- обучение методикам организации проведения экспериментальных исследований для получения фундаментальных и научно-практических знаний о биотехнологических процессах;
- формирование навыков моделирования биотехнологических производств;
- применение знаний, полученных при изучении данной дисциплины, а также предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин для анализа и обсуждения результатов исследований биотехнологических процессов в современных производствах,
- формирование знаний по разработке методологических

Дисциплина **«Методологические основы исследований в биотехнологии»** преподаётся в 1-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:**

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Профессиональные знания	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи; ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве

		основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности; ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.
Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения; ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности;
	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.	ОПК-5.1. Знает основы планирования экспериментов, основные факторы, влияющие на результаты работы с объектами биотехнологии, способы сопоставления входных условий с выходными показателями биотехнологических процессов; ОПК-5.2. Умеет разработать и выполнить программу научных исследований, экспериментов с использованием инструментария, профессиональной техники, оценить и проанализировать полученные результаты, сделать обоснованные выводы в области профессиональной деятельности; ОПК-5.3. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных.
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий.	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации; ОПК-7.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров; ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке;

		ОПК-7.4. Умеет четко и ясно сообщать свои выводы и знания, их обоснование специалистам и неспециалистам в области биотехнологии.
Разработка документации	ОПК-8. Способен разрабатывать научно-техническую и нормативно-технологическую документацию на биотехнологическую продукцию, готовить материалы для защиты объектов интеллектуальной собственности.	ОПК-8.1. Умеет анализировать, целенаправленно искать и выбирать необходимые для решения профессиональных научных и прикладных задач информационно-справочные и научно-технические ресурсы и источники знаний с учетом современных достижений науки и техники; ОПК-8.2. Владеет навыками анализа научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок; ОПК-8.3. Владеет навыками подготовки научно-технической отчетной документации, аналитических обзоров и справок, документации для участия в конкурсах научных проектов, презентаций, публикаций научных результатов, защиты интеллектуальной собственности.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования;
- поэтапную историю формирования научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии;
- сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии;
- основы биобезопасности и биоэтики;
- основные факторы риска в области биотехнологии;
- формы образования в области биотехнологии;
- основные этапы научного исследования;

Уметь:

- осуществлять методологию научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования;
- характеризовать поэтапную историю формирования научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии;

- сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии;
 - планировать научные исследования;
- Владеть:*
- методологией патентного поиска;
 - методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,95	34	25
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	13
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	2,58	93	70
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,58	93	70
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Применение научных методов исследования в области биотехнологии.	50	0	14	0	5	0	0	0	31
2	Раздел 2. Методология обработки экспериментальных данных.	44	0	8	0	5	0	0	0	31
3	Раздел 3. Инновационная деятельность в области биотехнологии.	50	0	12	0	7	0	0	0	31
	ИТОГО	144	0	34	0	17	0	0	0	93
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

Раздел 1. Применение научных методов исследования в области биотехнологии.

Информационное пространство в области биотехнологии. Консультационная и аналитическая деятельность. Взаимодействие технологических платформ и экспертных групп. Сеть региональных информационных центров.

Международное сотрудничество в области биотехнологии. Коммуникация.

Глобальное и локальное моделирование. Методы аналитического, имитационного и натурного моделирования. Типы моделей, используемых в биотехнологии. Этапы проведения научного исследования. Метод и методология. Актуальность. Объект и предмет исследования. Цели и задачи исследования.

Информационная проработка темы. Государственная система НТИ. Информационный поиск: виды, методика проведения. Справочно-информационные фонды. Электронный информационный ресурс. Основы стандартизации. Основные виды нормативно-технической документации.

Оформление текстовых документов: статьи, отчеты НИР, диссертации. Структура и правила оформления. Библиография.

Раздел 2. Методология обработки экспериментальных данных. Корреляционный и регрессионный анализ. Дисперсионный анализ. Выбор оптимального плана, критерии оптимального плана. Уравнения регрессии. Планы многофакторных экспериментов. Дробный факторный план. Ротатабельное планирование. Оптимизация многофакторных экспериментов. Выделение существенных факторов. Промышленный эксперимент. Планирование при выборочном контроле. Метод и методология, Классификация методов. Основные модели соотношения философии и частных наук. Функции философии в научном познании. Общенаучные методы и приемы исследования. Современная методология. Научный метод как средство рационального познания. Подходы к классификации метода исследования.

Раздел 3. Инновационная деятельность в области биотехнологии. Правовая охрана интеллектуальной собственности. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Гражданский кодекс РФ ч.IV. Авторское право. Смежные права Свидетельства на товарный знак, программу ЭВМ, базу данных Основные объекты промышленной собственности. Патентное право: изобретение, полезная модель, промышленный образец. Международная патентная классификация Селекционные достижения. Ноу-хау.

Особенности инженерного творчества. Методы активизации изобретательской деятельности. Решение изобретательских задач Процедура патентования в РФ. Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ. Защита прав авторов и патентообладателей.

Оценка изобретательской деятельности. Показатели активности и использования изобретений в РФ. Процедура патентования за рубежом. Всемирная организация интеллектуальной собственности Способы оценки объектов интеллектуальной собственности Лицензирование и лицензионные соглашения. Основные пути коммерциализации промышленной собственности.

Оценка риска. Регулирование пищевой и сельскохозяйственной биотехнологии, применяющей генетическую инженерию, трансгенные растения и животных, генетическую модификацию. Регулирование биотехнологической фармацевтики. Национальная и международная система биологической безопасности. Федеральный закон и система стандартов. Система управления рисками.

Биоэтика, биобезопасность, биоразнообразие. Источники эмиссии "биологического фактора". Гигиенические характеристики биообъектов, методы контроля. Основы обеспечения биологической безопасности в сфере сельскохозяйственного и ветеринарного производства. Генетически модифицированные организмы и продукты, основы

обеспечения биологической безопасности. Предотвращение биотерроризма. Основы биологической безопасности на биотехнологических и микробиологических производствах. Организация безопасного производства. Системы контроля безопасности микробиологических и биотехнологических производств и их продукции. Принципы обеспечения биологической безопасности в лабораториях. Система профилактических мероприятий.

Крупные международные проекты и программы в области биотехнологии. Системы образования в области биотехнологии. Болонский процесс применительно к биотехнологическому образованию.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования;	+	+	
2	- поэтапную историю формирования научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии;	+		
3	- сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии;		+	
4	- основы биобезопасности и биоэтики;		+	+
5	- основные факторы риска в области биотехнологии;			+
6	- формы образования в области биотехнологии;		+	+
6	- основные этапы научного исследования;	+	+	
	Уметь:			
8	- осуществлять методологию научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования; ...	+		
9	- характеризовать поэтапную историю формирования научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии;	+	+	+
10	- сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии;		+	+
11	- планировать научные исследования;		+	+
	Владеть:			
12	- методологией патентного поиска;	+		+
13	- методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций)	+	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК		

14	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи	+	+	+
		ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности	+	+	+
		ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач	+	+	+
15	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения;	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	+	+	+
16	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и	ОПК-5.1. Знает основы планирования экспериментов, основные факторы, влияющие на результаты работы с объектами биотехнологии, способы сопоставления входных условий с выходными показателями биотехнологических процессов	+	+	+

	интерпретировать полученные экспериментальные данные	ОПК-5.2. Умеет разработать и выполнить программу научных исследований, экспериментов с использованием инструментария, профессиональной техники, оценить и проанализировать полученные результаты, сделать обоснованные выводы в области профессиональной деятельности	+	+	+
		ОПК-5.3. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных	+	+	+
17	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации	+	+	+
		ОПК-7.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров	+	+	+
		ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке	+	+	+
		ОПК-7.4. Умеет четко и ясно сообщать свои выводы и знания, их обоснование специалистам и неспециалистам в области биотехнологии.	+	+	+
18	ОПК-8. Способен разрабатывать научно-техническую и нормативно-технологическую документацию на биотехнологическую продукцию, готовить материалы для защиты объектов интеллектуальной собственности.	ОПК-8.1. Умеет анализировать, целенаправленно искать и выбирать необходимые для решения профессиональных научных и прикладных задач информационно-справочные и научно-технические ресурсы и источники знаний с учетом современных достижений науки и техники;	+	+	+

		ОПК-8.2. Владеет навыками анализа научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок;	+	+	+
		ОПК-8.3. Владеет навыками подготовки научно-технической отчетной документации, аналитических обзоров и справок, документации для участия в конкурсах научных проектов, презентаций, публикаций научных результатов, защиты интеллектуальной собственности.	+	+	+

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	Применение научных методов исследования в биотехнологии.	1
2	1	Организация научного исследования в биотехнологии.	2
3	1	Оценка риска при проведении биотехнологических исследований и организации биотехнологических производств.	2
4	2	Выбор оптимального плана, критерии оптимального плана.	3
5	2	Регулирование пищевой и сельскохозяйственной биотехнологии, применяющей генетическую инженерию, трансгенные растения и животных, генетическую модификацию.	2
6	3	Федеральный закон и система стандартов. Система управления рисками.	2
7	3	Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ.	2
8	3	Биоэтика, биобезопасность, биоразнообразие.	2
9	3	Системы образования в области биотехнологии.	1

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к практическим занятиям по дисциплине;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче экзамена (1 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 1 и 2 и 3). Максимальная оценка за контрольные работы в семестре составляет по 20 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос, привязанный к теме НИР.

Охарактеризовать предмет и объект исследований по темам НИР:

- Взаимодействие молочнокислых микроорганизмов с гнилостными бактериями в субстратах природно-органической основы;
- Изучение состава и оценка биологической активности мембранотропного гомеостатического тканеспецифического биорегулятора, выделенного из сыворотки крови крупного рогатого скота;
- Направленные изменения физико-химических и функциональных свойств крахмальных фракций муки гороха и пшеницы
- Структура и свойства композиционных ингредиентов для функциональных продуктов питания на основе казеината натрия и полиненасыщенных липидов, стабилизированных растительными антиоксидантами;
- Биоцидное действие солей и наночастиц серебра на микробиологические объекты различной таксономической принадлежности;
- Изучение генетической регуляции экспрессии кластера нитрилгидратазы в *Rhodococcus rhodochrous* и получение высокопродуктивных штаммов;
- Структура и свойства композиционных ингредиентов для функциональных продуктов питания на основе казеината натрия и полиненасыщенных липидов, стабилизированных растительными антиоксидантами.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос, привязанный к теме НИР.

Провести минимальный патентный поиск (5-7 патентов) по теме НИР:

- Разработка и применение метода оценки активности низкомолекулярных ингибиторов репродукции энтеровирусов;
- Влияние летучих соединений, выделяемых бактериями родов *Pseudomonas* и *Serratia*, и индивидуальных соединений на растения *Arabidopsis thaliana*;
- Анализ мутантов цианобактерий *Synechococcus* sp. 7942, устойчивых к действию индивидуальных соединений;
- Направленные изменения физико-химических и функциональных свойств крахмальных фракций муки гороха и пшеницы;
- Исследование молекулярных механизмов действия гена trim 14 на культивируемые клетки и трансгенные организмы;
- Оптимизация продукции лизоцима К.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

Провести сравнение российской системы биотехнологического образования и системы подготовки биотехнологов в зарубежном университете:

- Harvard University (США).
- Massachusetts Institute of Technology (США).
- Stanford University (США).

- University of Oxford (Великобритания).
- University of Cambridge (Великобритания).
- Imperial College London (Великобритания).
- University of Tokyo (Япония).
- University of Melbourne (Австралия).
- National University of Singapore (Сингапур)

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1-й семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, 2 вопрос – 20 баллов.

1. Системы образования в области биотехнологии.
2. Болонский процесс применительно к биотехнологическому образованию.
3. Применение научных методов исследования в биотехнологии.
4. Информационное пространство в области биотехнологии.
5. Консультационная и аналитическая деятельность в области биотехнологии.
6. Взаимодействие технологических платформ и экспертных групп в области биотехнологии.
7. Сеть региональных информационных центров.
8. Международное сотрудничество в области биотехнологии. Коммуникация.
9. Глобальное и локальное моделирование.
10. Методы аналитического, имитационного и натурного моделирования.
11. Типы моделей, используемых в биотехнологии.
12. Этапы проведения научного исследования.
13. Метод и методология. Актуальность. Объект и предмет исследования. Цели и задачи исследования.
14. Информационная проработка темы. Государственная система НТИ.
15. Информационный поиск: виды, методика проведения.
16. Справочно-информационные фонды. Электронный информационный ресурс.
17. Основы стандартизации. Основные виды нормативно-технической документации.
18. Оформление текстовых документов: статьи, отчеты НИР, диссертации. Структура и правила оформления. Библиография.
19. Корреляционный и регрессионный анализ.
20. Дисперсионный анализ.
21. Выбор оптимального плана, критерии оптимального плана.
22. Уравнения регрессии. Планы многофакторных экспериментов.
23. Дробный факторный план. Ротатабельное планирование.
24. Оптимизация многофакторных экспериментов. Выделение существенных факторов.
25. Промышленный эксперимент.
26. Планирование при выборочном контроле.
27. Метод и методология, Классификация методов.
28. Основные модели соотношения философии и частных наук. Функции философии в научном познании.
29. Общенаучные методы и приемы исследования.
30. Современная методология. Научный метод как средство рационального познания.
31. Подходы к классификации методов исследования.
32. Правовая охрана интеллектуальной собственности. Федеральная служба по интеллектуальной собственности.

33. Гражданский кодекс РФ. Авторское право. Смежные права.
34. Свидетельства на товарный знак, программу ЭВМ, базу данных Основные объекты промышленной собственности.
35. Патентное право: изобретение, полезная модель, промышленный образец.
36. Международная патентная классификация.
37. Селекционные достижения. Ноу-хау.
38. Особенности инженерного творчества.
39. Методы активизации изобретательской деятельности. Решение изобретательских задач
40. Процедура патентования в РФ.
41. Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ.
42. Защита прав авторов и патентообладателей.
43. Оценка изобретательской деятельности. Показатели активности и использования изобретений в РФ.
44. Процедура патентования за рубежом. Всемирная организация интеллектуальной собственности.
45. Способы оценки объектов интеллектуальной собственности.
46. Лицензирование и лицензионные соглашения.
47. Основные пути коммерциализации промышленной собственности.
48. Оценка риска.
49. Национальная и международная система биологической безопасности. Федеральный закон и система стандартов.
50. Система управления рисками.
51. Биоэтика, биобезопасность, биоразнообразие.
52. Крупные международные проекты и программы в области биотехнологии.
53. Горизонты биотехнологии. Биотехнология через 10-20 лет.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

Экзамен по дисциплине **«Методологические основы исследований в биотехнологии»** проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам и рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2-х 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
	19.04.01 Биотехнология
	Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и биоинженерия»
	Дисциплина «Методологические основы исследований в биотехнологии»

Экзаменационный билет № 1

1. Типы моделей, используемых в биотехнологии.
2. Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ.

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

– Презентации к лекциям.

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:

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

(15) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

(16) 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);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 55).

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 «*Методологические основы исследований в биотехнологии*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям.

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 ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Применение научных методов исследования в области биотехнологии.	Знает: основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования; поэтапную историю формирования	Оценка за контрольную работу №1 (1-й семестр) Оценка за экзамен (1-й семестр)

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии; Умеет: осуществлять методологию научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования; характеризовать поэтапную историю формирования научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии; сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии; Владеет: методологией патентного поиска;	
Раздел 2. Методология обработки экспериментальных данных.	Знает: основы методологии научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; системный метод исследования; основы биобезопасности и биоэтики; основные факторы риска в области биотехнологии; формы образования в области биотехнологии; Умеет: осуществлять методологию научного исследования, включая метод анализа и построения научных теорий; методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий; сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии; планировать научные исследования; Владеет: методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций).	Оценка за контрольную работу №2 (1-й семестр) Оценка за экзамен (1-й семестр)
Раздел 3. Инновационная	<i>Знает:</i> основные факторы риска в области биотехнологии; сущность	Оценка за контрольную работу №3 (1-й семестр)

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
деятельность в области биотехнологии	и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии; формы образования в области биотехнологии; <i>Умеет:</i> характеризовать поэтапную историю формирования научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии; сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии; планировать научные исследования; <i>Владеет:</i> методологией патентного поиска; методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций).	Оценка за экзамен (1-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 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
«Методологические основы исследований в биотехнологии»**

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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 исследования биологически активных веществ»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 исследования биологически активных веществ»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биотехнологии и молекулярной генетики

Цель дисциплины – расширить имеющиеся у студентов знания в области химии природных БАВ и дать теоретические и практические знания по методам и технологиям получения БАВ из растительного, животного и микробного сырья.

Задачи дисциплины:

сводятся к обучению студентов навыкам выделения, очистки, качественного и количественного анализа биологически активных веществ из различных источников сырья, а также приобретению студентами знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений, как в части организации, так и проведении биотехнологических стадий.

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

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Профессиональные знания	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи; ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной

	профессиональной области.	деятельности; ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.
Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения; ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности; ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ;
- методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья;
- методы очистки БАВ;

Уметь:

- использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ;
- обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств.

Владеть:

- методами выделения и очистки БАВ;
- навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.

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:	4,25	153	114,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,75	27	20,25
Контактная самостоятельная работа	0,75	0,2	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,8	20,1
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. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основные методы выделения биологически активных веществ	68	0	24	0	18	0	14	0	12
1.1.	Экстрагирование.	11	0	4	0	3	0	2	0	2
1.2.	Перегонка с водяным паром.	11	0	4	0	3	0	2	0	2
1.3.	Методы осаждения БАВ из растворов.	11	0	4	0	3	0	2	0	2
1.4.	Баромембранные методы.	12	0	4	0	3	0	3	0	2
1.5.	Выделение БАВ методом ионного обмена.	12	0	4	0	3	0	3	0	2
1.6.	Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.	11	0	4	0	3	0	2	0	2
2.	Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья	54	0	22	0	15	0	10	0	7
3.	Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья	58	0	22	0	18	0	10	0	8
	ИТОГО	180	0	68	0	51	0	34	0	27

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Понятие о биологически активных веществах. Их классификация и источники получения.

Раздел 1. Основные методы выделения биологически активных веществ

1.1. Экстрагирование.

Теоретические основы экстрагирования. Основные факторы, влияющие на полноту и скорость экстрагирования. Требования к экстрагентам. Основные виды экстрагирования (мацерация, перколяция, реперколяция, ускоренная дробная мацерация методом противотока, циркуляционное экстрагирование, непрерывное противоточное экстрагирование с перемешиванием сырья и экстрагента, экстрагирование сжиженными газами). Интенсификация процессов экстрагирования (экстрагирование с помощью роторно-пульсационного аппарата, с применением ультразвука, с применением электрических разрядов, с использованием электроплазмолиса и электродиализа). Технология получения экстрактов.

1.2. Перегонка с водяным паром.

Основные виды сырья для получения эфирных масел методом перегонки с водяным паром. Теоретические основы процесса перегонки с водяным паром. Аппаратурное оформление процесса перегонки. Недостатки процесса получения эфирных масел с помощью перегонки с водяным паром.

1.3. Методы осаждения БАВ из растворов.

Осаждение в изoeлектрической точке. Осаждение органическим растворителем. Высаливание. Комплексообразование.

1.4. Баромембранные методы

Разделение БАВ с помощью мембран (диализ и электролиз, ультрафильтрация, обратный осмос).

1.5. Выделение БАВ методом ионного обмена

Характеристика ионообменных смол, используемых для выделения БАВ. Сорбция по катионообменному и ионообменному механизму. Гидрофобная сорбция.

1.6. Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.

Адсорбционно-хроматографические методы. Гель-фильтрация. Гидрофобная хроматография. Аффинная хроматография. Электрофорез. Кристаллизация.

Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья

Особенности производства. Выделение индивидуальных БАВ (алкалоидов, флавоноидов, сердечных гликозидов, стероидных сапонинов, слизистых водорастворимых полисахаридов, кумаринов, хромонов).

Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья

Получение биологически активных препаратов из вторичного коллагенсодержащего сырья мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Коллагеновые препараты – пищевые добавки, дисперсии для получения пищевых покрытий, пленок; основных и вспомогательных лекарственных форм для медицины, биологически активных добавок для косметологии. Препараты гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности для медицины и косметологии. Характеристика препаратов, технико-экономическая оценка альтернативных способов получения, преимущества и перспективы методов биотехнологии.

Получение гормональных препаратов. Характеристика гормональных препаратов из поджелудочной железы. Инсулин, липокаин. Методы получения и способы очистки инсулина. Комплексное использование поджелудочной железы.

Получение аминокислот из кератинсодержащего сырья. Глутаминовая кислота, тирозин, цистин, цистеин. Применение в фармакологии, медицине, пищевой и косметической промышленности. Получение хирургического шовного материала из кишечного сырья.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	- номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ	+	+	+	
2	- методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья		+	+	
3	- методы очистки БАВ	+			
	Уметь:				
4	- использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ	+	+	+	
5	- обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств	+	+	+	
	Владеть:				
6	- методами выделения и очистки БАВ	+	+	+	
7	- навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ	+	+	+	
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
8	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи	+	+	+
		ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности;	+	+	+
		ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач	+	+	+

9	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения;	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности;	+	+	+
		ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.	+	+	+

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	Осаждение в изoeлектрической точке. Осаждение органическим растворителем.	3
2	1	Высаливание. Комплексообразование.	3
3	1	Разделение БАВ с помощью мембран (диализ и электролиз, ультрафильтрация, обратный осмос).	3
4	1	Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.	3
5	1	Сорбция по катионообменному и ионообменному механизму. Гидрофобная сорбция.	3
6	2	Выделение алкалоидов, флавоноидов, сердечных гликозидов из растительного сырья	8
7	2	Выделение стероидных сапонинов, слизистых водорастворимых полисахаридов, кумаринов, хромонов из растительного сырья.	7
8	3	Получение биологически активных препаратов из вторичного коллагенсодержащего сырья мясной и птицеперерабатывающей промышленности.	2
9	3	Коллагеновые препараты: получение и применение.	2
10	3	Препараты гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности для медицины и косметологии.	2
11	3	Получение гормональных препаратов. Характеристика гормональных препаратов из поджелудочной железы.	2
12	3	Инсулин, липокаин. Методы получения и способы очистки инсулина.	2
14	3	Получение аминокислот из кератинсодержащего сырья. Глутаминовая кислота, тирозин, цистин, цистеин.	2
15	3	Комплексное использование поджелудочной железы.	2
16	3	Получение хирургического шовного материала из кишечного сырья.	2
17	3	Перспективы использования микробного сырья для выделения биологически активных веществ	2

6.2 Лабораторные занятия

Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Осаждение в изoeлектрической точке. Осаждение органическим растворителем.	4

2	1	Высаливание.	4
3	1	Разделение БАВ с помощью мембран (диализ и электролиз, ультрафильтрация, обратный осмос).	4
4	1	Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.	4
5	1	Сорбция по катионообменному и ионообменному механизму. Гидрофобная сорбция.	4
6	3	Получение аминокислот из кератинсодержащего сырья. Глутаминовая кислота, тирозин, цистин, цистеин.	4
7	3	Перспективы использования микробного сырья для выделения биологически активных веществ	10

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- подготовку к лабораторным занятиям по курсу;
- проведение расчетов и оформление лабораторного журнала по итогам выполнения лабораторных работ;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных и лабораторных 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 90 баллов и составляет по 30 баллов, за лабораторный практикум 10 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка —

30 баллов. Контрольная работа содержит два вопроса по 15 баллов каждый.

Вопрос 1.1.

1. Что является критерием при выборе методов разрушения клеточных оболочек?

Чем вызвана необходимость предварительной коагуляции микробных клеток перед фильтрованием?

2. Назовите основные способы концентрирования микробных суспензий. Какие физические принципы лежат в их основе?

3. Почему в процессе экстракции бензилпенициллина бутилацетатом из нативного раствора необходимо строго поддерживать:

а. значение pH в пределах – 2,8 – 3 ?

б. значение температуры в пределах 10 – 12⁰С ?

4. Какие основные подходы используются для интенсификации процесса упаривания растворов белковых препаратов?

Вопрос 1.2.

1. Основные факторы, влияющие на полноту и скорость экстрагирования. Требования к экстрагентам.

2. Основные виды экстрагирования (мацерация, перколяция, реперколяция, ускоренная дробная мацерация методом противотока, циркуляционное экстрагирование, непрерывное противоточное экстрагирование с перемешиванием сырья и экстрагента, экстрагирование сжиженными газами).

3. Интенсификация процессов экстрагирования (экстрагирование с помощью роторно-пульсационного аппарата, с применением ультразвука, с применением электрических разрядов, с использованием электроплазмолиза и электродиализа). Технология получения экстрактов.

4. Основные виды сырья для получения эфирных масел методом перегонки с водяным паром. Теоретические основы процесса перегонки с водяным паром.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка

30 баллов. Контрольная работа содержит два вопроса по 15 баллов каждый.

Вопрос 2.1.

1. Какие основные подходы используются для интенсификации процесса ультрафильтрации и диализа растворов белковых препаратов?

2. Почему для процесса высаливания белков нельзя использовать соли тяжелых металлов, например сульфат меди?

3. Почему для высаливания белков из концентрированного раствора нужно меньшее количество соли?

4. Какие требования предъявляются к органическим растворителям, используемым для обратимого высаживания белков.

Вопрос 2.2.

1. Разделение БАВ методом диализа

2. Разделение БАВ методом электролиза.

3. Разделение БАВ методом ультрафильтрации.

4. Разделение БАВ методом обратного осмоса.

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

40 баллов. Контрольная работа содержит два вопроса по 20 баллов каждый.

Вопрос 3.1.

1. Почему для высушивания концентрированных белковых растворов используют распылительные сушилки?

2. Для интенсификации процесса сушки в химической технологии часто используют противоточное (встречное) движение горячего воздуха и высушиваемых частиц или капель раствора. Можно ли использовать этот метод для более эффективной сушки белковых препаратов?

3. Как можно уменьшить потери при сушке осадков белков?

4. В каких величинах измеряется активность ферментов и ферментных препаратов?

Вопрос 3.2.

1. Получение биологически активных препаратов из вторичного коллагенсодержащего сырья мясной и птицеперерабатывающей промышленности.

2. Области применения препаратов на основе коллагена.

3. Препараты гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности для медицины и косметологии.
4. Получение и характеристика гормональных препаратов из поджелудочной железы.
5. Получение препаратов инсулина. Методы получения и способы очистки инсулина.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2-й семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Грачева И.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и биоэнергия [Текст]: Учебник для вузов / И.М. Грачева, Л.А. Иванова, В.М. Кантере, 1992. - 383 с.
2. Номер методички: 4645 | Красноштанова А.А. Технология получения биологически активных веществ [Текст]: Учебное пособие / А. А. Красноштанова, М. М. Баурина, И. В. Шакир, 2009. - 120 с. Электронная копия.

Б. Дополнительная литература

1. Номер методички: 4655 | Акимова Е.И. Методы количественного определения белка [Текст]: Учебное пособие / Е. И. Акимова; ред.: В. Ф. Травень, В. В. Асеев, 2009. - 88 с. Электронная копия.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

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.) Musclev (<http://www.drive5.com/musclev/>)
- 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 (общее число вопросов – 150);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 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 исследования биологически активных веществ*» 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.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям.

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 ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные методы выделения биологически активных веществ	<i>Знает:</i> номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения	Оценка за контрольную работу №1 (2-й семестр)

	препаратов на основе биологически активных веществ; методы очистки БАВ. <i>Умеет:</i> использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ; обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств. <i>Владеет:</i> методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.	
Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья	<i>Знает:</i> номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ; методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья <i>Умеет:</i> использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ; обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств. <i>Владеет:</i> методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.	Оценка за контрольную работу №2 (2-й семестр)
Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья	<i>Знает:</i> номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ; методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья; методы очистки БАВ. <i>Умеет:</i> использовать современные методы анализа в оценке качества	Оценка за контрольную работу №3 (2-й семестр)

	биологически активных веществ; обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств. Владеет: методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.	

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 исследования биологически активных веществ»

основной образовательной программы

19.04.01 Биотехнология

«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

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

«Молекулярная генетика»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена д.т.н., доцентом кафедры биотехнологии А.Е. Кузнецовым

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Молекулярная генетика»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии, прикладной молекулярной биологии.

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний, необходимых дипломированному специалисту для освоения современных методов получения и использования генетически модифицированных организмов (микроорганизмов, трансгенных животных и растений), модифицированных белков, ферментов, систем молекулярно-генетической диагностики, управления внутриклеточными процессами, метаболизмом в целом.

Задачи дисциплины:

- изучение содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы молекулярной генетики и протеомики;
- приобретение студентами специализированных знаний о современных представлениях о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры, о направлениях развития геномики, транскриптомики, протеомики, метаболомики, биоинформатики, необходимых для освоения практических методов генной и белковой инженерии;
- рассмотрение существующих инструментов и подходов, используемых при конструировании различных векторов, клонировании генов и их экспрессии в различных типах клеток, современных методов определения нуклеотидных последовательностей ДНК и сайт-направленного мутагенеза, выделения, очистки и анализа биологических молекул, направленного переноса генов в клетки и организмы, получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике.

ознакомление с современными направлениями развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики.

Дисциплина «Молекулярная генетика» преподается в 1-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:**

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Профессиональные знания	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи; ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности; ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий.	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации; ОПК-7.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров; ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке; ОПК-7.4. Умеет четко и ясно сообщать свои выводы и знания, их обоснование специалистам и неспециалистам в области биотехнологии.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики;
- основные принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике.
- современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики.

Уметь:

- конструировать различные векторы,
- клонировать гены;
- осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток,
- определять нуклеотидные последовательности ДНК;
- осуществлять сайт-направленный мутагенез,

- выделение, очистку и анализ биологических молекул,
- направленный перенос генов в клетки и организмы,

Владеть:

- современными представлениями о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры;
- практическими методами генной и белковой инженерии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	85	63,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,48	17	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	2,64	95	71,25
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,64	95	71,25
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекци и	в т.ч. в форме пр. подг.	Практи ческие занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаборатор ные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	Раздел 1. Молекулярная биология ДНК – основа биотехнологии.	36	0	3	0	6	0	8	0	19
2	Раздел 2. Структурная организация белковых молекул	35	0	4	0	6	0	6	0	19
3	Раздел 3. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.	35	0	3	0	7	0	6	0	19
4	Раздел 4. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.	37	0	3	0	7	0	8	0	19
5	Раздел 5. Внутриклеточная сигнализация.	36	0	3	0	8	0	6	0	19
	ИТОГО	180	0	17	0	34	0	34	0	95
	Экзамен	36								
	ИТОГО:	216								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет и задачи молекулярной генетики. Значение достижений молекулярной генетики для развития современной биотехнологии.

Раздел 1. Молекулярная биология ДНК – основа биотехнологии. Молекула ДНК. ДНК как основа генетической информации. Экспериментальные доказательства генетической функции ДНК. Конформации ДНК (А, В и Z-формы). Нуклеотидный состав ДНК и конформации ДНК. Большая и малые бороздки ДНК. Узнавание ДНК белками в малой и большой бороздке. Подвижность структуры ДНК. Свехспирализация. Неканонические структуры ДНК. Изгибы в ДНК (упаковка ДНК и регуляция транскрипции). Топоизомеры. Топоизомеразы. Полуконсервативная репликация ДНК. ДНК-полимеразы. Вилка репликации ДНК. Регуляция репликации ДНК у бактерий. Понятие о репликоне и репликаторе. Репликация у эукариот. Полирепликонное строение хромосомы. "Фабрики" репликации ДНК в ядре. Клеточный цикл эукариотической клетки. Теломераза и репликация ДНК у эукариот.

Раздел 2. Структурная организация белковых молекул. Уровни структурной организации белковых молекул. Структура и особенности пептидной связи, cis и trans изомеры, изомеры с участием пролина. Конформационная подвижность пептидной цепи. Карта Рамачандрана. Регулярные вторичные структуры. Особенности их организации. Роль вторичных структур в формировании доменов. Мотивы в белковых структурах. Классификация пространственных структур белков. Формирование белками пространственной структуры. Кинетические и термодинамические аспекты фолдинга. Интермедиаты фолдинга и энергетические барьеры. Шаперон-зависимый и про-зависимый фолдинг.

Раздел 3. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Осаждение, диализ, ультрафильтрация. Ультрацентрифугирование. Хроматографические методы разделения веществ. Хроматографические материалы. Адсорбционная, распределительная, обращенно-фазовая, гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография. Оборудование для хроматографии. Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез. Стационарный электрофорез. Капиллярный электрофорез. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.

Раздел 4. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.

Методы установления первичной структуры белков. Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ. Методы анализа первичных структур. Методы анализа пространственных структур. Молекулярное моделирование.

Раздел 5. Внутриклеточная сигнализация. Пути передачи информации в эукариотических клетках. Рецепторы на поверхности эукариотических клеток. Краткая характеристика различных типов рецепторов. G-белки. Вторичные мессенджеры. Система протеинкиназ.

Регуляция экспрессии генов. Иерархия регуляции. Факторы транскрипции. Протоонкогены (мембранные, ядерные и цитоплазматические). Роль протоонкогенов в развитии. Факторы роста, краткая характеристика. Молекулярная биология и функции фактора роста нервов в качестве примера. Регуляторные пептиды в качестве регуляторов функций эукариотических клеток.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	<i>Знать:</i>					
1	основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики;	+	+	+	+	+
2	основные принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике;	+	+	+	+	+
3	современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики.	+	+	+	+	+
	<i>Уметь:</i>					
4	конструировать различные векторы, клонировать гены;	+	+	+	+	+
5	осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток, определять нуклеотидные последовательности ДНК;	+	+	+	+	+
6	осуществлять сайт-направленный мутагенез, выделение, очистку и анализ биологических молекул, направленный перенос генов в клетки и организмы,	+	+	+	+	+
	<i>Владеть:</i>					
7	современными представлениями о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры;	+	+	+	+	+
8	практическими методами геной и белковой инженерии.					
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
9	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения,	+	+	+	+

	прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи;					
		ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности;	+	+	+	+	+
		ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.	+	+	+	+	+
10	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий.	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;	+	+	+	+	+
		ОПК-7.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров;	+	+	+	+	+
		ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными	+	+	+	+	+

		выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке;					
		ОПК-7.4. Умеет четко и ясно сообщать свои выводы и знания, их обоснование специалистам и неспециалистам в области биотехнологии.	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	Молекула ДНК.	3
	ДНК как основа генетической информации.	3
2	Уровни структурной организации белковых молекул.	3
	Регулярные вторичные структуры. Особенности их организации.	3
3	Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии.	2
	Биоинженерия 21 века, как инженерия комплексных систем. Геномика и протеомика.	3
	Регуляция экспрессии генов. Иерархия регуляции.	2
4	Кинетические и термодинамические аспекты фолдинга. Интермедиаты фолдинга и энергетические барьеры. Шаперон-зависимый и про-зависимый фолдинг.	7
5	Методы установления структуры белков.	4
	Методы сайт-направленного мутагенеза.	4

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Молекулярная генетика*», а также дает знания о современных методах молекулярно-генетических исследований.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 18 баллов (максимально по 1 баллу за каждую работу и 1 балл за выполнение всех работ в срок). 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	Хроматографические методы разделения веществ. Хроматографические материалы.	2
2	1	Адсорбционная, распределительная, хроматография. Оборудование для хроматографии.	2
3	1	Обращенно-фазовая, гель-проникающая хроматография.	2
4	1	Ионообменная и биоспецифическая хроматография	2
5	2	Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез.	3
6	2	Стационарный электрофорез.	3
7	4	Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР.	2
8	4	Рентгеноструктурный анализ.	2

9	4	Методы анализа первичных структур.	2
10	4	Методы анализа пространственных структур.	1
11	4	Молекулярное моделирование.	1
12	5	Методы конструирования гибридных молекул ДНК in vitro.	1
13	5	Векторные молекулы ДНК.	1
14	5	Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.	1
15	5	Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации.	1
16	5	Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.	1
17	5	Методы сайт-направленного мутагенеза	1

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 42 балла), лабораторного практикума (максимальная оценка 18 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 1-2, 3-4 и 5). Максимальная оценка за контрольные работы 42 балла и составляет по 14 баллов за каждую работу.

Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Предмет, задачи и методы молекулярной генетики.
2. Экспериментальные доказательства генетической функции ДНК.
3. Химическое строение молекулы ДНК. Структура ДНК.
4. Конформации ДНК (А, В и Z-формы). Нуклеотидный состав ДНК и конформации ДНК.
5. Пространственное строение ДНК. Большая и малые бороздки ДНК. Узнавание ДНК белками в малой и большой бороздке.
6. Подвижность структуры ДНК. Свехспирализация. Неканонические структуры

ДНК. Изгибы в ДНК (упаковка ДНК и регуляция транскрипции). Топоизомеры. Топоизомеразы.

7. Полуконсервативная репликация ДНК. Механизм репликации.

8. Вилка репликации ДНК. Регуляция репликации ДНК у бактерий. Понятие о репликоне и репликаторе.

9. Репликация у эукариот. Полирепликонное строение хромосомы.

Вопрос 1.2.

1. Клеточный цикл эукариотической клетки. Теломераза и репликация ДНК у эукариот.

2. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*.

3. Векторные молекулы ДНК.

4. Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.

5. Типы генетических библиотек. Анализ генетических библиотек.

6. Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации. Экспрессия и повышенная продукция рекомбинантных белков в микробных клетках.

7. Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии. Взаимосвязи вектор-хозяин.

8. Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.

9. Методы сайт-направленного мутагенеза.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1

1. Уровни структурной организации белковых молекул.

2. Первичная структура белка. Аминокислоты, как элементы пептидной цепи.

3. Структура и особенности пептидной связи, *cis* и *trans* изомеры, изомеры с участием пролина.

4. Конформационная подвижность пептидной цепи. Карта Рамачандрана.

5. Регулярные вторичные структуры. Особенности их организации.

6. Третичная структура белковой молекулы. Роль вторичных структур в формировании доменов и глобулы.

7. Мотивы в белковых структурах. Классификация пространственных структур белков. Формирование белками пространственной структуры.

Вопрос 2.2

1. Кинетические и термодинамические аспекты фолдинга. Интермедиаты фолдинга и энергетические барьеры. Шаперон-зависимый и про-зависимый фолдинг.

2. Методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Осаждение, диализ, ультрафильтрация.

3. Методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Ультрацентрифугирование.

4. Методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Хроматографические методы разделения веществ. Общие закономерности. Хроматографические материалы.

5. Хроматографические методы разделения веществ. Адсорбционная, распределительная хроматография.

6. Хроматографические методы разделения веществ. Обращенно-фазовая, гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография.

7. Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез.

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

Вопрос 3.1.

1. Молекулярная диагностика. Полимеразная цепная реакция: методы амплификации нуклеиновых кислот, компоненты и условия проведения полимеразой цепной реакции, методы анализа продуктов амплификации, микрочипы.
2. Молекулярная диагностика. Технологии, основанные на индикации белков и других биомолекул. Иммуноферментный анализ.
3. Внутриклеточная сигнализация. Пути передачи информации в эукариотических клетках. Рецепторы на поверхности эукариотических клеток.
4. Внутриклеточная сигнализация. Краткая характеристика различных типов рецепторов. G-белки. Вторичные мессенджеры. Система протеинкиназ.
5. Регуляция экспрессии генов. Иерархия регуляции.
6. Регуляция экспрессии генов. Факторы транскрипции.
7. Регуляция экспрессии генов. Протоонкогены (мембранные, ядерные и цитоплазматические). Роль протоонкогенов в развитии.
8. Факторы роста, краткая характеристика. Молекулярная биология и функции фактора роста нервов в качестве примера. Регуляторные пептиды в качестве регуляторов функций эукариотических клеток.

Вопрос 3.2.

1. Медицинская и этническая геномика. Геном человека, основные черты организации.
2. Медицинская и этническая геномика. Принципы картирования генов наследственных болезней.
3. Электромиграционные методы разделения веществ. Стационарный электрофорез.
4. Электромиграционные методы разделения веществ. Капиллярный электрофорез.
5. Электромиграционные методы разделения веществ. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.
6. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы установления первичной структуры белков.
7. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ.
8. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы анализа первичных структур.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1-й семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Предмет, задачи и методы молекулярной генетики.
2. Экспериментальные доказательства генетической функции ДНК.
3. Химическое строение молекулы ДНК. Структура ДНК.
4. Конформации ДНК (А, В и Z-формы). Нуклеотидный состав ДНК и конформации ДНК.
5. Пространственное строение ДНК. Большая и малые бороздки ДНК. Узнавание ДНК белками в малой и большой бороздке.
6. Подвижность структуры ДНК. Свехспирализация. Неканонические структуры ДНК. Изгибы в ДНК (упаковка ДНК и регуляция транскрипции). Топоизомеры. Топоизомеразы.
7. Полуконсервативная репликация ДНК. Механизм репликации.
8. Вилка репликации ДНК. Регуляция репликации ДНК у бактерий. Понятие о репликоне и репликаторе.
9. Репликация у эукариот. Полирепликонное строение хромосомы.
10. Клеточный цикл эукариотической клетки. Теломераза и репликация ДНК у эукариот.

11. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*.
12. Векторные молекулы ДНК.
13. Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.
14. Типы генетических библиотек. Анализ генетических библиотек.
15. Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации. Экспрессия и повышенная продукция рекомбинантных белков в микробных клетках.
16. Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии. Взаимосвязи вектор-хозяин.
17. Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.
18. Методы сайт-направленного мутагенеза.
19. Уровни структурной организации белковых молекул.
20. Первичная структура белка. Аминокислоты, как элементы пептидной цепи.
21. Структура и особенности пептидной связи, *cis* и *trans* изомеры, изомеры с участием пролина.
22. Конформационная подвижность пептидной цепи. Карта Рамачандрана.
23. Регулярные вторичные структуры. Особенности их организации.
24. Третичная структура белковой молекулы. Роль вторичных структур в формировании доменов и глобулы.
25. Мотивы в белковых структурах. Классификация пространственных структур белков. Формирование белками пространственной структуры.
26. Кинетические и термодинамические аспекты фолдинга. Интермедиаты фолдинга и энергетические барьеры. Шаперон-зависимый и про-зависимый фолдинг.
27. Методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Осаждение, диализ, ультрафильтрация.
28. Методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Ультрацентрифугирование.
29. Методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Хроматографические методы разделения веществ. Общие закономерности. Хроматографические материалы.
30. Хроматографические методы разделения веществ. Адсорбционная, распределительная хроматография.
31. Хроматографические методы разделения веществ. Обращенно-фазовая, гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография.
32. Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез.
33. Электромиграционные методы разделения веществ. Стационарный электрофорез.
34. Электромиграционные методы разделения веществ. Капиллярный электрофорез.
35. Электромиграционные методы разделения веществ. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.
36. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы установления первичной структуры белков.
37. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ.
38. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы анализа первичных структур.
39. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы анализа пространственных структур. Молекулярное моделирование.
40. Молекулярная диагностика. Полимеразная цепная реакция: методы амплификации нуклеиновых кислот, компоненты и условия проведения полимеразой цепной реакции, методы анализа продуктов амплификации, микрочипы.
41. Молекулярная диагностика. Технологии, основанные на индикации белков и других биомолекул. Иммуноферментный анализ.
42. Внутриклеточная сигнализация. Пути передачи информации в эукариотических

клетках. Рецепторы на поверхности эукариотических клеток.

43. Внутриклеточная сигнализация. Краткая характеристика различных типов рецепторов. G-белки. Вторичные мессенджеры. Система протеинкиназ.

44. Регуляция экспрессии генов. Иерархия регуляции.

45. Регуляция экспрессии генов. Факторы транскрипции.

46. Регуляция экспрессии генов. Протоонкогены (мембранные, ядерные и цитоплазматические). Роль протоонкогенов в развитии. Антионкогены.

47. Факторы роста, краткая характеристика. Молекулярная биология и функции фактора роста нервов в качестве примера. Регуляторные пептиды в качестве регуляторов функций эукариотических клеток.

Максимальное количество баллов за **экзамен** (1 семестр) – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр)

Экзамен по дисциплине «**Молекулярная генетика**» проводится в 1-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3-х 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
	19.04.01 Биотехнология
	«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
Дисциплина «Молекулярная генетика»	
Билет № 1	
1. Репликация у эукариот. Полирепликонное строение хромосомы. 2. Методы установления и анализа структуры белковых молекул. Методы анализа пространственных структур. Молекулярное моделирование. 3. Хроматографические методы разделения веществ. Адсорбционная, распределительная хроматография.	

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: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Биотехнология: В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.3: Клеточная инженерия / Р.Г. Бутенко, М.В. Гусев, А.Ф. Киркин и др., 1987. - 127 с

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

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 – 18, (общее число слайдов – 260);

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 – 47).

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 «*Молекулярная генетика*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных 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 ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Молекулярная биология ДНК – основа биотехнологии.	<i>Знает:</i> основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики; основные принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике; современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики. <i>Умеет:</i> конструировать различные векторы, клонировать гены; осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток, определять нуклеотидные последовательности ДНК; осуществлять сайт-направленный мутагенез, выделение, очистку и анализ биологических молекул, направленный перенос генов в клетки и организмы, <i>владеет:</i> современными представлениями о структурной	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры; практическими методами генной и белковой инженерии.	
Раздел 2. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.	<i>знает:</i> основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики; основные принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике; современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики. <i>умеет:</i> конструировать различные векторы, клонировать гены; осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток, определять нуклеотидные последовательности ДНК; осуществлять сайт-направленный мутагенез, выделение, очистку и анализ биологических молекул, направленный перенос генов в клетки и организмы, <i>владеет:</i> современными представлениями о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры; практическими методами генной и белковой инженерии.	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 3. Методология генетической инженерии.	<i>знает:</i> основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики; основные принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике; современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики. <i>умеет:</i> конструировать различные векторы, клонировать гены;	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток, определять нуклеотидные последовательности ДНК; осуществлять сайт-направленный мутагенез, выделение, очистку и анализ биологических молекул, направленный перенос генов в клетки и организмы, <i>владеет:</i> современными представлениями о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры; практическими методами генной и белковой инженерии.	
Раздел 4. Молекулярная диагностика.	<i>знает:</i> основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики; основные принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике; современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики. <i>умеет:</i> конструировать различные векторы, клонировать гены; осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток, определять нуклеотидные последовательности ДНК; осуществлять сайт-направленный мутагенез, выделение, очистку и анализ биологических молекул, направленный перенос генов в клетки и организмы, <i>владеет:</i> современными представлениями о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры; практическими методами генной и белковой инженерии.	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 5. Внутриклеточная сигнализация.	<i>знает:</i> основы предмета исследований, понятийный аппарат и методологическую базу молекулярной генетики и протеомики; основные	Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр) Оценка за

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	принципы получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике; современные направления развития и практического использования молекулярной генетики, геномики, протеомики, метаболомики и биоинформатики. <i>умеет:</i> конструировать различные векторы, клонировать гены; осуществлять экспрессию генов в различных типах клеток, определять нуклеотидные последовательности ДНК; осуществлять сайт-направленный мутагенез, выделение, очистку и анализ биологических молекул, направленный перенос генов в клетки и организмы, <i>владеет:</i> современными представлениями о структурной организации белковых молекул и нуклеиновых кислот, генетическом аппарате клетки, формировании их пространственной структуры; практическими методами генной и белковой инженерии.	лабораторные работы (1-ый семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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
«Молекулярная генетика»**

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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 токсикологии»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 токсикологии»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биотехнологии и молекулярной генетики

Цель дисциплины – научить студентов основам обеспечения безопасности технологических процессов биотехнологических производств с использованием общих закономерностей и конкретных механизмов повреждающего действия токсических веществ.

Задачами изучения дисциплины являются:

- оценка биологической безопасности сырья, добавок, биологически активных веществ;
- знание закономерностей и конкретных механизмов повреждающего действия токсических веществ;
- использование достижений молекулярной и генетической инженерии для создания новых технологий продуктов питания;
- разработка способов утилизации и обезвреживания отходов предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности.

Дисциплина **«Основы токсикологии»** 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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Профессиональные знания	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи; ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для

	существующих и новых задач в профессиональной области.	оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности; ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач.
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий.	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации; ОПК-7.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров; ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке; ОПК-7.4. Умеет четко и ясно сообщать свои выводы и знания, их обоснование специалистам и неспециалистам в области биотехнологии.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- физико-химические свойства отравляющих веществ, их токсические эффекты;
- значение экспериментального метода в изучении интоксикаций; его возможности, ограничения и перспективы;
- 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.

Уметь:

- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- устанавливать количественные характеристики токсичности, причинно-следственные связи между действием химического вещества на организм и развитием той или иной формы токсического процесса;

- использовать результаты токсикометрических исследований для разработки системы нормативных и правовых актов, обеспечивающих химическую безопасность населения, уточнять нормативные акты применительно к конкретным условиям действия вещества;

- проводить сравнительную оценку эффективности средств и методов обеспечения мер, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья, работоспособности людей;

- выявлять факторы, влияющие на токсичность вещества (особенности биологического объекта, особенности свойств токсиканта, особенности их взаимодействия контактирующих с химическими веществами;

- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта

Владеть:

- методами очистки и стерилизации воздуха и 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	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,83	102	76,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,17	6	4,5
Контактная самостоятельная работа	0,17	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		5,8	4,35
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. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве .	33	0	20	0	11	0	0	0	2
2	Раздел 2. Микробиологические источники токсических веществ и соединений.	37	0	24	0	11	0	0	0	2
3	Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств	38	0	24	0	12	0	0	0	2
	ИТОГО	108	0	68	0	34	0	0	0	6

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет токсикологии. Цель и задачи токсикологии. Структура токсикологии.

Раздел 1. Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.

Основные понятия токсикологии. Токсикант (яд). Бактериальные токсины. Микотоксины. Токсины высших растений. Токсины животных (зоотоксины).

Токсический процесс. Интоксикация (отравление).

Транзиторные токсические реакции. Аллобиоз. Специальные токсические процессы. Гипоксия. Определение понятия. Экзогенная и эндогенная гипоксия. Этиопатогенез и последствия гипероксической и гипоксической гипоксии. Респираторная гипоксия.

Гемическая гипоксия. Врожденные гемоглобинопатии как причины гемической гипоксии. Тканевой тип гипоксии. Вторичная тканевая гипоксия. Ингибирование ферментов биологического окисления – как причина тканевой гипоксии. Уровни адаптации к гипоксии.

Механизмы адаптации. Горная болезнь – патогенез, защитно-компенсаторные реакции. Токсикометрия. Токсичность. Кривая «доза – эффект».

Токсикокинетика. Общие понятия. Резорбция. Ингаляционное поступление. Поступление через желудочно-кишечный тракт. Распределение. Транспорт веществ кровью.

Поступление в ткани. Элиминация. Экскреция. Лёгочная экскреция. Почечная экскреция. Печёночная экскреция. Метаболизм ксенобиотиков (биотрансформация). Количественные характеристики токсикокинетики.

Токсикодинамика. Механизм токсического действия. Химизм реакции токсикант – рецептор. Взаимодействие токсикантов с белками. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами. Взаимодействие токсикантов с липидами мембран.

Взаимодействие с реактивными структурами возбудимых мембран. Общие механизмы цитотоксичности. Нарушение процессов биоэнергетики. Активация свободнорадикальных процессов в клетке. Повреждение мембранных структур. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления. Развитие токсического процесса.

Раздел 2. Микробиологические источники токсических веществ и соединений.

Антидоты. Общие принципы оказания неотложной помощи отравленным.

Характеристика современных антидотов. Применение противоядий. Разработка новых антидотов. Основные принципы оказания первой, доврачебной и первой врачебной помощи при острых отравлениях.

Отравляющие и высокотоксичные вещества раздражающего действия. Общая характеристика. Физико-химические свойства. Токсичность. Методы изучения раздражающего действия. Основные проявления поражения. Патогенез токсического процесса. Механизм действия. Оказание помощи. Медицинская защита. Медицинские средства защиты и порядок их использования.

Отравляющие и высокотоксичные вещества пульмонотоксического действия. Основные формы патологии дыхательной системы химической этиологии. Локализация поражения. Поражение дыхательных путей. Поражение паренхимы лёгких. Токсические пневмонии. Отёк лёгких. Токсический отёк лёгких. удушающего действия. Характеристика отдельных представителей отравляющих и высокотоксичных веществ удушающего действия. Фосген. Хлор. Оксиды азота. Паракват. Диагностика поражения отравляющих и высокотоксичных веществ удушающего действия. Медицинская защита. Оказание помощи.

Медицинские средства защиты. Кислородотерапия. Кортикостероидные препараты. Отравляющие и высокотоксичные вещества общедовитого действия. Отравляющие и

высокотоксичные вещества, нарушающие кислородтранспортные функции крови. Отравляющие и высокотоксичные вещества, нарушающие функции гемоглобина.

Отравляющие и высокотоксичные вещества, образующие карбоксигемоглобин. Карбонилы металлов. Оксид углерода (СО). Отравляющие и высокотоксичные вещества, образующие метгемоглобин. Нитро- и аминосоединения ароматического ряда. Нитриты. Взрывные (пороховые) газы. Отравляющие и высокотоксичные вещества, разрушающие эритроциты (гемолитики). Мышьяковистый водород (Арсин – AsH₃). Отравляющие и высокотоксичные вещества, нарушающие тканевые процессы биоэнергетики. Ингибиторы ферментов цикла Кребса. Фторорганические соединения. Фторуксусная кислота. Ингибиторы цепи дыхательных ферментов. Синильная кислота и её соединения. Разобщители тканевого дыхания. Динитро-орто-крезол. Физико-химические свойства. Токсичность.

Токсикогенетика. Основные проявления интоксикации. Механизм токсического действия.

Медицинские средства защиты.

Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств.

Отравляющие и высокотоксичные вещества цитотоксического действия.

Ингибиторы синтеза белка и клеточного деления. Ингибиторы синтеза белка и клеточного деления, образующие аддукты ДНК и РНК. Иприты. Ингибиторы синтеза белка, не образующие аддукты ДНК и РНК. Тиоловые яды. Соединения мышьяка. Неорганические соединения мышьяка. Галогенированные алифатические арсины. Галогенированные ароматические арсины. Токсичные модификаторы пластического обмена.

Диоксины. Полихлорированные бифенилы (ПХБ).

Отравляющие и высокотоксичные вещества нейротоксического действия. Вещества, вызывающие преимущественно функциональные нарушения со стороны нервной системы.

Отравляющие и высокотоксичные вещества нервно-паралитического действия.

Отравляющие и высокотоксичные вещества судорожного действия. Конвульсанты, действующие на холинореактивные синапсы. Ингибиторы холинэстеразы. Конвульсанты, действующие на ГАМК-реактивные синапсы. Ингибиторы синтеза ГАМК.

Пресинаптические блокаторы высвобождения ГАМК. Антагонисты ГАМК. Отравляющие и высокотоксичные вещества паралитического действия. 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 освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.	+		
2	принципиальную схему биотехнологического производства	+	+	+
3	физико-химические свойства отравляющих веществ, их токсические эффекты.	+		
4	значение экспериментального метода в изучении интоксикаций; его возможности, ограничения и перспективы.	+		
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.		+	+
	Уметь:			
8	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;	+	+	+
9	осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.	+	+	+
10	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.			+
11	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.			+
12	определять параметры сырья и продукции при их сертификации	+	+	
13	выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства	+	+	
	Владеть:			

14	методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;	+		
15	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	+	+	+
16	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;	+		+
17	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.			+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения		
18	ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, надпрофессиональные и междисциплинарные связи;	+	+
		ОПК-1.2. Умеет использовать высоко специализированные теоретические и практические знания в качестве основы для оригинальной разработки или применения идей в области профессиональной деятельности;	+	+
		ОПК-1.3. Владеет навыками анализа результатов исследований и постановки на этой основе новых исследовательских задач	+	+
19	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;	+	+
		ОПК-7.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров;	+	+

	современных информационных технологий.	ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке;	+	+	+
		ОПК-7.4. Умеет четко и ясно сообщать свои выводы и знания, их обоснование специалистам и неспециалистам в области биотехнологии.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Введение Предмет, цель, задачи и структура токсикологии	3
2	1	Микробиологические источники токсических веществ и соединений.	4
3	1	Токсикант (яд). Токсины животных (зоотоксины).	4
4	2	Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.	4
5	2	Бактериальные токсины. Микотоксины.	4
6	2	Токсины высших растений.	3
7	3	Обеспечение безопасности биотехнологических производств.	4
8	3	Стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.	4
9	3	Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

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 три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 30 баллов за 1-ю и 2-ю и 40 баллов за 3-ю.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит два вопроса по 15 баллов за вопрос.

В-1.

- 1) Предмет, цель, задачи и структура токсикологии.
- 2) Токсичность -это:

1.способность химических веществ вызывать механическим путем повреждение или гибель биосистем; 2.высокая чувствительность организма к действию отравляющего вещества; 3.вероятность неблагоприятного воздействия химического вещества на организм.

В-2.

- 1) Основные понятия токсикологии.
- 2) Формирование и развитие реакций биосистемы на действие токсиканта, приводящих к ее повреждению или гибели, - это: 1.токсический процесс; 2.механизм действия токсиканта; 3.токсический эффект.

В-3.

- 1) Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.
- 2) Стойкие изменения реактивности организма на воздействие патогенных факторов окружающей среды, в том числе и химических, имеют название: 1-транзиторная токсическая реакция; 2-аллобиоз; 3-заболевания; 4-функциональные реакции.

В-4.

- 1) Токсикант (яд).
- 2) Раздел токсикологии, который изучает систему принципов и методов количественной оценки токсичности, называется: 1.токсикодинамика; 2.токсикокинетика; 3.токсикометрия.

В-5.

- 1) Бактериальные токсины.
- 2) В основе методов определения токсичности лежит нахождение зависимости: 1-время - доза; 2-доза -эффект

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

В-1.

- 1) Микробиологические источники токсических веществ и соединений.

- 2) Хлор и оксиды азота преимущественно повреждают: 1-альвеолоциты; 2-миоциты; 3- эндотелиоциты капилляров; 4-нейроны.

В-2.

- 1) Основные понятия токсикологии.
- 2) Паракват преимущественно повреждает: 1-альвеолоциты; 2-миоциты; 3- эндотелиоциты капилляров; 4-нейроны.

В-3.

- 1) Токсический процесс. Интоксикация (отравление).
- 2) В обычных условиях фосген - это: 1-желтая маслянистая жидкость с чесночным запахом; 2- белое кристаллическое вещество без запаха; 3-бесцветный газ с запахом прелого сена; 4-зеленоватый газ с запахом герани.

В-4.

- 1) Бактериальные токсины. Микотоксины.
- 2) Основной путь поступления фосгена в организм: 1-перкутанный; 2-пероральный; 3-ингаляционный; 4-парентеральный.

В-5.

- 1) Токсины высших растений.
- 2) Фосген слабо задерживается в воздухоносных путях, так как он: 1-плохо растворяется в воде; 2-хорошо растворяется в воде.

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

В-1.

- 1) Отравляющие и высокотоксичные вещества паралитического действия.
- 2) Воздействие парообразными ипритами сопровождается: 1- изолированными поражениями глаз, органов дыхания и кожи; 2-сочетанными поражениями глаз, органов дыхания и кожи

В-2.

- 1) Международные стандарты и современные направления развития управления качеством.
- 2) Поражения капельножидким ипритом сопровождаются: 1-сочетанием разных форм и степеней тяжести поражений глаз, кожи, органов дыхания, 2-органов пищеварения; 3-формированием изолированных поражений глаз, кожи или органов пищеварения.

В-3.

- 1) Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.
- 2) При действии паров иприта на кожу скрытый период: 1-отсутствует; 2-продолжается 5-15 часов; 3-продолжается 2-3 суток.

В-4.

- 1) Современные направления развития управления качеством.
- 2) Более выраженным действием на систему крови обладает: 1-сернистый иприт; 2-азотистый иприт.

В-5.

- 1) Стандартизации и сертификации продовольственного сырья.
- 2) Вялость течения воспалительных процессов, скудность клеточных реакций, слабость репаративных механизмов и дисбаланс в продукции цитокинов характерны для действия: 1-ФОВ; 2-метгемоглобинообразователей; 3-ипритов; 4-цианидов.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3-й семестр – зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Извекова, Т. В. Основы токсикологии: учебное пособие для вузов / Т. В. Извекова, А. А. Гуцин, Н. А. Кобелева ; Под общей редакцией д. х. н. [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-9829-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200405> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Батян, А. Н. Основы общей и экологической токсикологии : учебное пособие / А. Н. Батян, Г. Т. Фрумин, В. Н. Базылев. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2009. — 352 с. — ISBN 978-5-299-00410-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59872> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная 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.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

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:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 80);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 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 токсикологии*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям.

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 ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве..	<i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; физико-химические свойства отравляющих веществ, их токсические эффекты; значение экспериментального метода в изучении интоксикаций; его возможности, ограничения и перспективы. <i>Умеет:</i> осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; 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.	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр)
Раздел 2. Микробиологические источники токсических веществ и соединений.	<i>Знает:</i> принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии,	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)

	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. <i>Умеет:</i> осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	
Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств.	<i>Знает:</i> принципиальную схему биотехнологического производства; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения. <i>Умеет:</i> использовать стандарты и другие документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов	Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)

	измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции. <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	

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 токсикологии»**

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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
«Проектирование в промышленной биотехнологии»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:

д.т.н., доцентом кафедры биотехнологии А.Е. Кузнецовым

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»**, 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 **«Проектирование в промышленной биотехнологии»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области промышленной биотехнологии, процессов и аппаратов химической технологии, экобиотехнологии, инженерной графики.

Целью дисциплины является самостоятельное решение студентом технологической задачи проектирования участка биотехнологического производства на основе выданного преподавателем задания. В рамках подготовки будущего специалиста к активной творческой инженерной работе по созданию перспективных процессов и производств биотехнологического и химического синтеза биологически активных веществ (БАВ) является формирование основ технологического мышления.

Задачами дисциплины являются:

1. получение навыков инженерных расчетов и проектирования биофармацевтических производств с использованием современных средств проектирования;
2. воспитание потребности и умения постоянного совершенствования своих знаний;
3. развития у студентов творческого мышления и поиска оптимального подхода к решению практических вопросов.

Дисциплина **«Проектирование в промышленной биотехнологии»** 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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии,	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения; ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения

	осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	конкретных задач профессиональной деятельности; ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.
	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.	ОПК-5.1. Знает основы планирования экспериментов, основные факторы, влияющие на результаты работы с объектами биотехнологии, способы сопоставления входных условий с выходными показателями биотехнологических процессов; ОПК-5.2. Умеет разработать и выполнить программу научных исследований, экспериментов с использованием инструментария, профессиональной техники, оценить и проанализировать полученные результаты, сделать обоснованные выводы в области профессиональной деятельности; ОПК-5.3. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных.
Инновационная деятельность	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества; ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта; ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта.

В результате освоения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса;
- использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация;

- роль и задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий;
- основы строительного проектирования и компоновки оборудования;
- тенденции развития аппаратурного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли.

- принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации;

- методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств.

уметь:

- применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта;
- разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства;
- использовать нормативную и производственную документацию.

владеть (методами, приёмами):

- библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий;
- технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;
- выполнения чертежей аппаратурных схем технологических процессов с использованием AutoCAD, Компас 3D;
- поиска оптимального подхода к решению практических вопросов;
- представления результатов курсового проектирования (пояснительная записка, чертеж аппаратурной схемы, презентация);
- публичного выступления и участия в дискуссии на защите курсового проекта;
- библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий;
- технологического расчета основного и вспомогательного оборудования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,83	102	76,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102	76,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	2,17	78	58,5
Контактная самостоятельная работа	2,17	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		77,6	58,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	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	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг	Сам. работа
Раздел 1.	Составление и расчет материального баланса	35	0	0	0	20	0	0	0	15
Раздел 2.	Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрование, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен)	35	0	0	0	20	0	0	0	15
Раздел 3.	Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования. Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.	35	0	0	0	20	0	0	0	15
Раздел 4.	Механический расчет и гидравлический расчет	35	0	0	0	20	0	0	0	15
Раздел 5.	Компоновка оборудования в основных и вспомогательных производственных помещениях.	40	0	0	0	22	0	0	0	18
ИТОГО:		180	0	0	0	102	0	0	0	78

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Входной контроль. Разработка химической, технологической и аппаратурной схем производства. Составление и расчет материального баланса химических процессов (химические стадии производства) и микробиологических процессов (стадия ферментации).

Раздел 2. Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрование, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен). Расчет режимов стерилизации материальных потоков и оборудования.

Раздел 3. Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования. Перемещение технологических сред. Технологический расчет перемешивающего устройства. Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.

Раздел 4. Механический расчет и гидравлический расчет.

Раздел 5. компоновка оборудования в основных и вспомогательных производственных помещениях. Рубежные контроли. Защита курсового проекта.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса;	+	+	+	+	+
2	использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация;	+	+	+	+	+
3	роль и задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий;	+	+	+	+	+
4	основы строительного проектирования и компоновки оборудования;	+	+	+	+	+
5	тенденции развития аппаратного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли.	+	+	+	+	+
6	принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации;	+	+	+	+	+
7	методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств.	+	+	+	+	+
	Уметь:					
8	применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта;	+	+	+	+	+
9	разработать технологическую и аппаратную схемы биотехнологического производства;	+	+	+	+	+
10	использовать нормативную и производственную документацию.	+	+	+	+	+
	Владеть:					
11	библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий;	+	+	+	+	+
12	технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	+	+	+	+	+
13	выполнения чертежей аппаратных схем технологических процессов с использованием AutoCAD, Компас 3D;	+	+	+	+	+
14	поиска оптимального подхода к решению практических вопросов;	+	+	+	+	+
15	представления результатов курсового проектирования (пояснительная записка, чертеж аппаратной схемы, презентация);	+	+	+	+	+
16	публичного выступления и участия в дискуссии на защите курсового проекта;	+	+	+	+	+
17	библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий;	+	+	+	+	+
18	технологического расчета основного и вспомогательного оборудования.	+	+	+	+	+

В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u> :							
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК					
19	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения	+	+	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности;	+	+	+	+	+
		ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.	+	+	+	+	+
20	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.	ОПК-5.1. Знает основы планирования экспериментов, основные факторы, влияющие на результаты работы с объектами биотехнологии, способы сопоставления входных условий с выходными показателями биотехнологических процессов;	+	+	+	+	+
		ОПК-5.2. Умеет разработать и выполнить программу научных исследований, экспериментов с использованием инструментария, профессиональной техники, оценить и проанализировать полученные результаты, сделать обоснованные выводы в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
		ОПК-5.3. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных	+	+	+	+	+

21	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества;	+	+	+	+	+
		ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта;	+	+	+	+	+
		ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта	+	+	+	+	+

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	Составление и расчет материального баланса химических процессов (химические стадии производства) и микробиологических процессов (стадия ферментации).	10
2	1	Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрация, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен)	10
3	2	Расчет режимов стерилизации материальных потоков и оборудования.	10
4	2	Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования.	10
5	3	Перемещение технологических сред. Технологический расчет перемешивающего устройства	10
6	3	Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.	10
7	4	Механический расчет и гидравлический расчет.	10
8	4	Компоновка оборудования в основных и вспомогательных производственных помещениях.	10
9	5	Защита курсового проекта	22

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Текущая самостоятельная работа студента направлена на систематизацию, расширение, углубление и закрепление знаний в области фундаментальных и прикладных наук. Она заключается в изучении рекомендованных литературных источников, патентной и нормативной документации в соответствии с техническим заданием на проектирование, в том числе на иностранном языке; изучении теоретических разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение; подготовке к практическим занятиям и защите курсового проекта, оформлении технической документации (пояснительной записки, чертежей).

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа студента ориентирована на развитие интеллектуальных умений, профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов. Она включает самостоятельный поиск, анализ, структурирование научно-технической информации в соответствии с техническим заданием на проектирование, выполнение курсового проекта.

Задание на проектирование выдается каждому студенту индивидуально в начале семестра. Оно включает название темы, выходные данные на проектирование (мощность, сведения об используемом сырье, способ получения, требования к качеству готовой продукции). Данными на проектирование могут являться материалы производственной практики. Выполнение задания разбито на этапы в соответствии с методологией технологического проектирования.

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 отдельных разделов курсового проекта (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерные темы курсовых проектов Задание 1

1. Проектирование промышленной установки для получения биопрепарата нефтеструктуров мощностью 50 т/год по сухой массе клеток биопрепарата.
2. Проектирование промышленной установки для микробиологической переработки жиродержащих отходов с целью получения кормового белкового продукта мощностью 500 т/год по конечному продукту (по АСВ).
3. Проектирование промышленной установки для микробиологической переработки нативной молочной (творожной) сыворотки с целью получения кормового белкового продукта мощностью 1000 т/год по перерабатываемой сыворотке.
4. Проектирование промышленной установки для метаногенного сбраживания молочной (творожной) сыворотки с получением биогаза мощностью 1000 т/год по перерабатываемой сыворотке.
5. Проектирование промышленной установки для получения молочной кислоты из молочной (творожной) сыворотки мощностью 1000 т/год по перерабатываемой сыворотке.

8.2. Текущий контроль освоения дисциплины

Промежуточный рейтинговый контроль по дисциплине «Проектирование в промышленной биотехнологии» складывается из оценки за выполнение соответствующих разделов. Общее количество баллов, которое может быть получено за выполнение всех раздела курсового проекта равно 60 по 12 баллов за раздел.

8.3. Итоговый контроль освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине предполагает защиту курсового проекта, которая предполагает ответы на вопросы по содержанию курсового проекта, пояснительной записки и чертежей.

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. Авроров, В. А. Процессы и оборудование. Моделирование, исследования, инновационные конструкторские разработки : учебное пособие для вузов / В. А. Авроров. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-

534-14802-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497069> (дата обращения: 30.04.2022).

2. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., Лушников С.В. и др. Прикладная экобиотехнология (в 2-х томах). – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – Т.1 - 829 с., Т.2 - 485 с. (книга переиздана в 2012 г. с исправлениями).

Б) дополнительная литература

1. Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов/ В. И. Игнатенков, В. С. Бесков. — М.: Академкнига, 2005. — 198 с.

2. Павлов К.Ф., Романков П.Г. Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессы и аппараты химической промышленности. – М.: Химия, 1987

3. Быков В.А. Расчет процессов микробиологических производств [Текст] / В.А. Быков, А.Ю. Винаров, В.В. Шерстобитов, 1985. - 245 с

4. Номер методички: 3586 | Свитцов А.А. Основное ферментационное оборудование микробиологических производств [Текст]: Учебное пособие / А.А. Свитцов, 1987. - 41 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:

- банк заданий на курсовое проектирование (общее число заданий – 30);

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 «Проектирование в промышленной биотехнологии» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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:

Компьютерное и мультимедийное оборудование (компьютер, сканер, принтер, мультимедийный проектор) для защиты курсового проекта, информационного поиска, оформления результатов исследования.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал; электронные образовательные ресурсы: 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
Составление и расчет материального баланса	Знает: современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса; использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация; роль задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий; основы строительного проектирования и компоновки оборудования; тенденции развития аппаратурного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	первооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли. принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации; методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств. <i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию. <i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	
Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрование, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен)	Знает: современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса; использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация; роль и задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий; основы строительного проектирования и компоновки оборудования; тенденции развития аппаратурного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли. принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации; методы составления	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	тепловых и материальных балансов биотехнологических производств. <i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию. <i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	
Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования. Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.	Знает: современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса; использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация; роль и задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий; основы строительного проектирования и компоновки оборудования; тенденции развития аппаратного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли. принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации; методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств. <i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратную схемы	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию. <i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	
Механический расчет и гидравлический расчет.	Знает: современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса; использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация; роль и задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий; основы строительного проектирования и компоновки оборудования; тенденции развития аппаратного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли. принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации; методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств. <i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию. <i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	
Компоновка оборудования в основных и вспомогательных производственных помещениях.	Знает: современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса; использование системного подхода к проектированию биотехнологического предприятия: этапы проектирования и проектная документация; роль и задачи моделирования в процессе проектирования промышленных предприятий; основы строительного проектирования и компоновки оборудования; тенденции развития аппаратного оформления и перспективы совершенствования технологии биотехнологического синтеза БАВ с учетом технического перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли. принципы разработки технологических схем, технологической и технической документации; методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств. Умеет: применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию. Владеть: библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Проектирование в промышленной биотехнологии»**

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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

«Система менеджмента качества биотехнологических производств»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:

д.т.н., профессором кафедры биотехнологии В.И. Панфиловым

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Система менеджмента качества биотехнологических производств»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области промышленной биотехнологии и микробиологии.

В последнее десятилетие перед большинством организаций, осуществляющих деятельность в области производства продукции и оказания услуг, стоит задача внедрение системы менеджмента качества на основе универсальных государственных и международных стандартов. Зачастую, ее создание и поддержание в рабочем состоянии является обязательным требованием для успешного осуществления организацией своей деятельности и выхода на международный уровень. С другой стороны, знание принципов и основ государственных и международных стандартов в области качества требуется не только от руководства предприятия, но и от рядовых сотрудников, в особенности от инженерно-технических работников, деятельность которых в наибольшей степени связана с реализацией этих принципов на практике. Поэтому предоставление будущим специалистам в области биотехнологии знаний об особенностях внедрения и функционирования системы менеджмента качества на предприятии является одним из условий их успешного функционирования в профессиональной области.

Цель дисциплины «Система менеджмента качества биотехнологических производств» – сформировать у студентов представления о функционировании систем менеджмента качества на биотехнологических производствах и интеграции различных стандартов в зависимости от направления биотехнологии.

Задачи дисциплины «Система менеджмента качества биотехнологических производств»:

- сформировать у студентов представления о качестве продукции биотехнологических производств и формализации его оценки;
- изучить требования различных стандартов в области качества и особенности их интеграции применительно к биотехнологическим производствам;
- сформировать у студентов представление о разработке системы качества на предприятии и способность самостоятельно реализовывать отдельные элементы менеджмента качества, такими как документация, аудит, разработка, производство, улучшения и т. д., в рамках профессиональной деятельности.

Дисциплина **«Система менеджмента качества биотехнологических производств»** преподается во 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
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; – создание технологий получения новых видов продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических	ПК-4 – Способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, получать продукцию с заданными качественными и количественными характеристиками, обеспечить стабильность производства и качества выпускаемой продукции. ПК-5 – Способен систематизировать и	ПК-4.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции, основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства. ПК-4.2. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса. ПК-4.3. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам. ПК-5.1. Знает основные принципы организации, планирования 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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с

	регламентов на производство биотехнологической продукции; – реализация и 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,	обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия, путям повышения эффективности производства. ПК-6. Способен осуществлять разработку биофармацевтической продукции и процессов,	управления действующими биотехнологическими процессами и производством, ведения проектного менеджмента и бизнеса, ведения инновационной инженерной деятельности в прикладных областях биотехнологии. ПК-5.2. Умеет разработать локальные нормативные акты предприятия в соответствии с действующими требованиями, оценить эффективность деятельности подразделений биотехнологического производства. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками проведения маркетинговых исследований и подготовки бизнес-планов выпуска и реализации перспективной и конкурентоспособной продукции, участия в реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции. ПК-6.1. Знает основные принципы и требования российского и международного законодательства к регистрации и обращению биологических лекарственных средств, требования надлежащей	седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. В. Управление действующими технологическими процессами и производством. В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.

	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 окружающей среды и	участвовать в создании и обеспечении функционирования фармацевтической системы качества в соответствии с требованиями законодательства	производственной практики, особенности биофармацевтических и стерильных производств, методов контроля и предотвращения контаминации; ПК-6.2. Умеет разрабатывать производственную документацию биофармацевтической продукции и процессов в соответствии с требованиями законодательства; ПК-6.3. Владеет навыками анализа законодательной базы с целью решения практических задач в области биофармацевтического производства; ПК-6.4. Владеет методологией оценки рисков для качества биофармацевтической продукции и основами статистического управления качеством.	С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ. <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/03.6 – Производство биотехнических систем. В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.

	защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем. <i>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.</i> 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.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- системы менеджмента: функции и организационные структуры; процессы управления: целеполагание и оценка ситуации, принятие управленческих решений;
- организацию биотехнологического производства: производственный процесс и принципы его организации, типы, формы и методы организации производства;
- основные современные российские и международные стандарты качества;
- требования законодательства и стандартов Российской Федерации к продуктам биотехнологических производств.

уметь:

- планировать ресурсное обеспечение деятельности предприятия, производства сбыта и продукции;
- анализировать требования законодательства и стандартов в области качества и корректно применять их в производственной деятельности и управлении коллективом;
- решать проблемы, возникающие при внедрении системы качества на биотехнологическом предприятии, в результате коллективной работы.

владеть:

- терминологией в области качества на биотехнологическом предприятии;
- навыками внедрения основных элементов системы качества;
- навыками разработки нормативной и технологической документации на биотехнологическом предприятии;
- навыками проведения проверки эффективности деятельности системы менеджмента качества внутри предприятия.

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:	2,83	102	76,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лекции	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа	0,17	6	4,5
Контактная самостоятельная работа	0,17	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		5,6	4,2
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
1	Введение	6	0	4	0	2	0	0	0	0
2	<u>Раздел 1. Понятие качества. Система менеджмента качества на основе ISO 9001.</u>	35	0	22	0	11	0	0	0	2
3	1.1. Понятие «качества» и междотраслевой характер биотехнологии. Роль государства в управлении качеством продукции	12,5	0	8	0	4	0	0	0	0,5
4	1.2. Универсальный подход к управлению качеством, ISO 9001	12,5	0	8	0	4	0	0	0	0,5
5	1.3. Риск-ориентированное мышление. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса	10	0	6	0	3	0	0	0	1
6	<u>Раздел 2. Отраслевые стандарты в области качества.</u>	35	0	22	0	11	0	0	0	2
7	2.1. Управление рисками контаминации на биотехнологическом производстве. Сравнение подходов в различных отраслях	16	0	10	0	5	0	0	0	1
8	2.2. Принципы проектирования помещений биотехнологических	19	0	12	0	6	0	0	0	1

№ 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
	производств для предотвращения контаминации									
9	<u>Раздел 3. Документация на предприятии. Аудит.</u>	32	0	20	0	10	0	0	0	2
10	3.1. Формализация качества продукции. Нормативные документы	9,5	0	6	0	3	0	0	0	0,5
11	3.2. Технологическая документация на производстве. Технологические регламенты и инструкции	9,5	0	6	0	3	0	0	0	0,5
12	3.3. Обзор инструментов управления качеством. Аудит	13	0	8	0	4	0	0	0	1
	Зачёт с оценкой									
	ИТОГО:	108	0	68	0	34	0	0	0	6

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Проблема внедрения системы качества на биотехнологическом производстве и межотраслевой характер биотехнологии: особенности продукции биотехнологического производства в различных отраслях промышленности с учетом требований и стандартов в области качества. Классификация основных направлений в области менеджмента качества на предприятии.

Раздел 1. Понятие качества. Система менеджмента качества на основе ISO 9001

1.1. Понятие «качество». Специфика продукции в биотехнологии и необходимость государственного регулирования. Инструменты государственного регулирования. Структура законодательства РФ в области обеспечения безопасности и качества продукции: Федеральные законы N 184-ФЗ, N 61-ФЗ, ТР ТС 021/2011 Формализации требований к качеству для полного обеспечения удовлетворенности потребителя. Нормативный документ. Показатели качества на примере пищевой и биофармацевтической промышленности. Значение физико-химических, органолептических и микробиологических, санитарно-гигиенических и токсикологических показателей. Первичная упаковка продукта как элемент качества.

1.2. Система менеджмента качества на основе ISO 9001. Историческая справка. Менеджмент качества – как элемент управления организацией. Схема взаимодействия потребитель-организация- потребитель и принципы ISO, значение и роль руководства в системе качества. Универсальность стандарта ISO 9001: сильные и слабые стороны. Основные элементы стандарта ISO (основные процессы СМК). Цикл Деминга (P-D-C-A). Процессный подход. Разработке как процесс СМК. Ресурсы: человеческие ресурсы, функции и полномочия (должностные инструкции), закупки. Обращение с продукцией и термин «несоответствие» применительно к продукции. Мониторинг процессов ISO Проверки, термин «несоответствие» применительно к процессу.

1.3. Риск-ориентированное мышление. Управление рисками на предприятии. Методы анализа рисков. Подходы к оценке воспроизводимости процессов Ср и Срк.

Раздел 2. Отраслевые стандарты в области качества

2.1. Контаминация как основная причина получения несоответствующей биотехнологической продукции. Виды контаминации в соответствии с Правилами GMP (Приказ N 916 Минпромторга РФ). Микробная контаминация и кросс-контаминация и ее предотвращение. Принципы работы с патогенными микроорганизмами и СП 1.3.2322-08. Обзор основных источников контаминации. Персонал как основной источник контаминации. Гигиена персонала. Сравнение методов снижения контаминации на примере СП 1.3.2322-08, Правилами GMP, СП 3.3.2.1288-03 и ХАССП (CAC/RCP 1-1969).

2.2. Принципы проектирования помещений биотехнологических производств для предотвращения контаминации. Типы помещений: боксовые помещения, чистые и изолированные (грязные) помещения, и их назначение. Классификация чистых помещений и методы их оценки (ISO/GMP). HEPA фильтры. Особенности планирования помещений для работы с условно-патогенными и генетически модифицированными микроорганизмами, при производстве стерильных ЛС. Требования к оборудованию (CIP и SIP) и особенности производства биологических лекарственных препаратов. Квалификация оборудования и помещений (DQ->IQ->OQ->PQ) и валидация процессов и методик (PV) с точки зрения предотвращения контаминации. Мониторинг производственной среды, обеспечение климатических параметров в помещениях. Обращение со штаммами-продуцентами, банки культур: мастер-банк и рабочий банк.

Раздел 3. Документация на предприятии. Аудит

3.1. Нормативная документация, разработка. Порядок регистрации продукции (на примере фарм. продукции и БАД). Назначение доклинических и клинических испытаний.

3.2. Технологическая документация. Содержание и разработка регламентов. Основные типы технологической документации на примере биофармпроизводств: спецификации, инструкции (СОП) и методики.

3.3. Обзор инструментов управления качеством. Обеспечение и контроль качества на примере биофармпроизводств. Принцип независимости производства и контроля. Роль ООК и ОКК (ОБТК). Уполномоченное лицо и сертификация серии. Работа с несоответствующей продукцией: претензии, отзыв и уничтожение. Понятие «опасность» в ГОСТ Р ИСО 22000 и виды опасностей. Роль информации в системе безопасности пищевой продукции. Группа пищевой безопасности.

Аудит как инструмент системы качества. Основные принципы и виды аудита. Результаты аудита. Назначение лицензионной проверки. Сертификация системы качества.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
	<i>Знать:</i>			
1	системы менеджмента: функции и организационные структуры; процессы управления: целеполагание и оценка ситуации, принятие управленческих решений	+	+	+
2	организацию биотехнологического производства: производственный процесс и принципы его организации, типы, формы и методы организации производства	+	+	
3	основные современные российские и международные стандарты качества	+	+	+
4	требования законодательства и стандартов Российской Федерации к продуктам биотехнологических производств	+	+	+
	<i>Уметь:</i>			
5	планировать ресурсное обеспечение деятельности предприятия, производства сбыта и продукции		+	
6	анализировать требования законодательства и стандартов в области качества и корректно применять их в производственной деятельности и управлении коллективом	+	+	+
7	решать проблемы, возникающие при внедрении системы качества на биотехнологическом предприятии, в результате коллективной работы		+	
	<i>Владеть:</i>			
8	терминологией в области качества на биотехнологическом предприятии	+	+	+
9	навыками внедрения основных элементов системы качества	+	+	
10	навыками разработки нормативной и технологической документации на биотехнологическом предприятии		+	+
11	навыками проведения проверки эффективности деятельности системы менеджмента качества внутри предприятия		+	+

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
12	ПК-4 – Способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, получать продукцию с заданными качественными и количественными характеристиками, обеспечить стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-4.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции, основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+
		ПК-4.2. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса	+	+	+
		ПК-4.3. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам	+	+	+
	ПК-5 – Способен систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия, путям повышения эффективности производства	ПК-5.1. Знает основные принципы организации, планирования и управления действующими биотехнологическими процессами и производством, ведения проектного менеджмента и бизнеса, ведения инновационной инженерной деятельности в прикладных областях биотехнологии	+	+	+

		ПК-5.2. Умеет разработать локальные нормативные акты предприятия в соответствии с действующими требованиями, оценить эффективность деятельности подразделений биотехнологического производства.	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками проведения маркетинговых исследований и подготовки бизнес-планов выпуска и реализации перспективной и конкурентоспособной продукции, участия в реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции	+	+	+
	ПК-6. Способен осуществлять разработку биофармацевтической продукции и процессов, участвовать в создании и обеспечении функционирования фармацевтической системы качества в соответствии с требованиями законодательства	ПК-6.1. Знает основные принципы и требования российского и международного законодательства к регистрации и обращению биологических лекарственных средств, требования надлежащей производственной практики, особенности биофармацевтических и стерильных производств, методов контроля и предотвращения контаминации;	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет разрабатывать производственную документацию биофармацевтической продукции и процессов в соответствии с требованиями законодательства	+	+	+
		ПК-6.3. Владеет навыками анализа законодательной базы с целью решения практических задач в области биофармацевтического производства	+	+	+

		ПК-6.4. Владеет методологией оценки рисков для качества биофармацевтической продукции и основами статистического управления качеством.	+	+	+

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	Государственное регулирование в РФ на примере одной из отраслей биотехнологических производства (деловая игра)	4
2	1	Разработка система менеджмента качества на основе ISO 9001 (деловая игра)	4
3	1	Изучение методологии анализа рисков (обсуждение)	3
4	2	Сравнение подходов к предотвращению контаминации в различных стандартах и правилах (обсуждение)	5
5	2	Изучение способов предотвращения контаминации при проектировании биотехпроизводств (деловая игра)	6
6	3	Подходы к разработке нормативной документации, ТУ (обсуждение).	3
7	3	Технологические регламенты. Сравнение требований для фармацевтической и химической промышленности (обсуждение).	3
8	3	Инструменты управления качеством. Аудит системы качества.	4

6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ по дисциплине не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

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

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. Примерные темы самостоятельных работ

1. Понятие качества. Изучение законодательства РФ в области регулирования качества биотехнологической продукции (подготовка к деловой игре).
2. Изучение принципов системы менеджмента качества на основании ISO 9001 (подготовка к деловой игре).
3. Применение методов анализа риска к процессам СМК биотехнологического предприятия.
4. Способы предотвращения контаминации с учетом различных источников
5. Изучение способов предотвращения контаминации при проектировании биотехнологических производств (подготовка к деловой игре)
6. Разработка проекта нормативной документации на биотехнологическую продукцию.
7. Сравнение требований ОСТ 64-02-003-2002 и Приказа Ростехнадзора от 31.12.2014 N 631 к разделам технологических регламентов.
8. Анализ требований ГОСТ Р ИСО 19011

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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 заданий для текущего контроля освоения дисциплины

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

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

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

Вопрос 1.1.

1. Объясните понятие «качество» применительно к биотехнологической продукции.
2. Обоснуйте необходимость государственного регулирования.
3. Технические регламенты как инструмент государственного регулирования.
4. Санитарные правила как инструмент государственного регулирования.

Вопрос 1.2.

1. Обоснуйте необходимость государственного регулирования.
2. Регистрация продукции как инструмент государственного регулирования.
3. Лицензирование производства как инструмент государственного регулирования.
4. Стандарты как инструмент государственного регулирования.
5. Инспектирование производства как инструмент государственного регулирования

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

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

Вопрос 2.1.

1. Понятие контаминации, виды контаминации
2. Особенности кросс-контаминации как одного из видов контаминации
3. Особенности микробной контаминации как одного из видов контаминации
4. Общее и различия в стерильном и асептическом производстве

5. Требования к помещениям для работы с патогенными биологическими агентами III-IV группы
6. Требования Правил надлежащей производственной практики к чистым помещениям
7. Требования Правил надлежащей производственной практики к изолированным помещениям
8. Требования руководства по основным принципам гигиены продуктов питания к помещениям
9. Требования к персоналу при работе с патогенными биологическими агентами III-IV группы
10. Требования Правил надлежащей производственной практики к персоналу как источнику контаминации
11. Требования руководства по основным принципам гигиены продуктов питания к персоналу как источнику контаминации
12. Требования к оборудованию при работе с патогенными биологическими агентами III-IV группы
13. Требования Правил надлежащей производственной практики к оборудованию как источнику контаминации
14. Требования руководства по основным принципам гигиены продуктов питания к оборудованию как источнику контаминации
15. Требования Правил надлежащей производственной практики к сырью как источнику контаминации
16. Требования руководства по основным принципам гигиены продуктов питания к сырью как источнику контаминации
17. Требования к производственной среде при работе с патогенными биологическими агентами III-IV группы

Вопрос 2.2.

1. Требования Правил надлежащей производственной практики к производственной среде как источнику контаминации
2. Требования руководства по основным принципам гигиены продуктов питания к производственной среде как источнику контаминации
3. Персонал как источник контаминации на биотехнологических производствах
4. Сырье как источник контаминации на биотехнологических производствах
5. Оборудование как источник контаминации на биотехнологических производствах
6. Производственная среда как источник контаминации на биотехнологических производствах
7. Помещения и инженерные системы как источник контаминации на биотехнологических производствах.
8. Посевная культура как источник контаминации
9. Требования к поддержанию посевной культуры в Правилах надлежащей производственной практики
10. Чистые помещения: особенности, назначение и требования
11. Грязные помещения: особенности, назначение и требования
12. Изолированные помещения: особенности, назначение и требования

13. Чистые изолированные помещения: особенности, назначение и требования
14. Классификация чистых помещений. Назначение и особенности помещений класса D
15. Классификация чистых помещений. Назначение и особенности помещений класса C
16. Классификация чистых помещений. Назначение и особенности помещений класса B
17. Классификация чистых помещений. Назначение и особенности зон класса A
18. Особенности и перспективы изоляторных технологий

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

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

Вопрос 3.1

1. Роль нормативной документации в обеспечении качества фармацевтической и ветеринарной продукции
2. Технические условия. Роль в обеспечении качества пищевой продукции
3. Роль стандарта организации (технических условий) в обеспечении качества кормовых добавок
4. Основные требования к изложению технических условий на продукцию (кроме пищевой)
5. Основные требования к изложению технических условий на пищевую продукцию
6. Основные требования к изложению стандартов организаций
7. Основные требования к оформлению нормативной документации
8. Значение органолептических показателей для качества пищевой биотехнологической продукции
9. Значение органолептических показателей для качества не пищевой биотехнологической продукции
10. Значение специфических показателей для качества биотехнологической продукции
11. Значение физико-химических показателей для качества биотехнологической продукции
12. Значение санитарно-гигиенических показателей (кроме микробиологических) для качества биотехнологической продукции
13. Значение микробиологических показателей для качества стерильной биотехнологической продукции
14. Значение микробиологических показателей для качества пищевой и кормовой биотехнологической продукции
15. Значение микробиологических показателей для качества не стерильных биотехнологических лекарственных средств
16. Установление гарантийных сроков хранения продукции
17. Роль технических условий при регистрации специализированной пищевой продукции.

Вопрос 3.2.

1. Роль стандарта организации при регистрации лекарственных средств для ветеринарного применения и кормовых добавок
2. Роль нормативной документации при регистрации лекарственных средств для медицинского применения
3. Структура и общие требования к оформлению технологических инструкций на производство БАД к пище
4. Роль технологических инструкций на биотехнологических производствах
5. Роль технологических регламентов на биотехнологических производствах
6. Структура и общие требования к оформлению технологического регламента химических производств
7. Структура и общие требования к оформлению технологического регламента фармацевтических производств
8. Назначение раздела технологического регламента изложение технологического процесса
9. Назначение раздела технологического регламента требования к сырью, материалам и полупродуктам
10. Назначение раздела технологического регламента контроль производства
11. Назначение раздела технологического регламента материальный баланс
12. Виды аудита. Аудит первой стороны
13. Виды аудита. Аудит второй стороны
14. Виды аудита. Аудит третьей стороны
15. Основные задачи аудита
16. Основные методы проведения аудита
17. Порядок проведения аудита
18. Оформление результатов аудита. Корректирующие действия

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

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Понятие «качество» применительно к биотехнологической продукции. Обоснуйте необходимость государственного регулирования качества продукции.
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте инструмент государственного регулирования качества биотехнологической продукции.
3. Охарактеризуйте государственную регистрацию продукции как один из инструментов государственного регулирования на примере любого типа биотехнологической продукции
4. Охарактеризуйте лицензирование деятельности как один из инструментов государственного регулирования
5. Сравните особенности законодательства в области регулирования качества лекарственных средств и пищевой продукции, получаемых методами биотехнологии
6. Объясните необходимость внедрения системы менеджмента качества на базе ISO 9001 на биотехнологическом предприятии
7. Приведите и поясните на примере биотехнологического производства основные принципы ISO 9001
8. Цикл P-D-C-A и жизненный цикл биотехнологической продукции
9. Суть процессного подхода в ISO 9001. Основные процессы системы

менеджмента качества на биотехнологическом предприятии

10. Основные элементы системы управления рисками на биотехнологическом предприятии

11. Охарактеризуйте четыре любых методы анализа рисков на примере биотехнологического производства

12. Приведите основные подходы к оценке стабильности технологических процессов

13. Дайте определение понятию «контаминация», приведите виды контаминации на примере биотехнологического производства.

14. Охарактеризуйте основные источники контаминации на примере биотехнологического производства

15. Приведите принципиальные требования к работам с патогенными биологическими агентами III-IV группы

16. Приведите принципиальные требования Правил надлежащей производственной практики по предотвращению контаминации применительно к биофармацевтическому производству

17. Приведите принципиальные требования руководства по основным принципам гигиены продуктов питания по предотвращению контаминации применительно к биотехнологическому производству

18. Приведите принципиальные требования Правил надлежащей производственной практики к поддержанию посевной культуры

19. Приведите принципиальные требования Правил надлежащей производственной практики к чистым помещениям для биотехнологического производства

20. Охарактеризуйте изоляторные технологии и возможность их применения в биотехнологических производствах

21. Приведите основные требования к системам «мойки на месте» и «стерилизации на месте» для биотехнологических производств

22. Поясните тезис о том, что персонал является основным источником контаминации

23. Приведите основные принципы производства стерильной продукции

24. Приведите основные требования к изложению технических условий на биотехнологическую продукцию (кроме пищевой)

25. Приведите основные требования к изложению технических условий на пищевую биотехнологическую продукцию

26. Приведите основные требования к оформлению нормативной документации на биофармацевтическую продукцию

27. Значение органолептических показателей для качества различных типов биотехнологической продукции

28. Значение микробиологических показателей для качества различных типов биотехнологической продукции

29. Значение санитарно-гигиенических (кроме микробиологических) и физико-химических показателей для качества различных видов биотехнологической продукции

30. Приведите общие требования к структуре и оформлению технологических инструкций на производство БАД к пище

31. Приведите общие требования к структуре и оформлению технологического регламента химических производств

32. Приведите общие требования к структуре и оформлению технологического регламента фармацевтических производств

33. Назначение аудита. Виды аудита.

34. Основные задачи и методы аудита на примере биотехнологических предприятий

35. Порядок проведения и оформление результатов аудита
Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

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

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

Зачет с оценкой по дисциплине «*Система менеджмента качества биотехнологических производств*» проводится во 3-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета к зачету 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
	19.04.01 Биотехнология
	«Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Система менеджмента качества Биотехнологических производств»
Билет № 1	
1. Понятие «качество» применительно к биотехнологической продукции. Обоснуйте необходимость государственного регулирования качества продукции.	
2. Приведите принципиальные требования Правил надлежащей производственной практики к поддержанию посевной культуры	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

а) Основная литература:

1. 1. Государственное регулирование в области биотехнологий / А. С. Макарова, Б. А. Кареткин, М. Г. Гордиенко и др. — Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева Издательский центр Москва, 2015. — 128 с.

2. 2. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ «О техническом регулировании» (в действующей редакции) ([Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/>).

б) Дополнительная литература

1. Федеральный закон от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» (в действующей редакции) ([Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/>)

2. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ (в действующей редакции) ([Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/>)

3. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» ([Электронный ресурс] – Режим доступа: www.eurasiancommission.org)

4. Федеральный закон от 12 апреля 2010 года N 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» (в действующей редакции) ([Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/>).

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 – 90);
- 3) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 4) варианты заданий для самостоятельной работы.
- 5) Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит 2 вопроса.
- 6) 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

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 *«Система менеджмента качества биотехнологических производств»* 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.

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 УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Понятие качества. Система менеджмента качества на основе ISO 9001	<i>Знает:</i> системы менеджмента: функции и организационные структуры; процессы управления: целеполагание и оценка ситуации, принятие управленческих решений; -организацию биотехнологического производства: производственный процесс и принципы его организации, типы, формы и методы организации производства; -основные современные российские и международные стандарты качества; -требования законодательства и стандартов Российской Федерации к продуктам биотехнологических производств. <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №1 (2-ий семестр) Оценка за зачет с оценкой (2-й семестр)

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	-анализировать требования законодательства и стандартов в области качества и корректно применять их в производственной деятельности и управлении коллективом; <i>Владеет:</i> -терминологией в области качества на биотехнологическом производстве; -навыками внедрения основных элементов системы качества.	
Раздел 2. О отраслевые стандарты в области качества	<i>Знает:</i> системы менеджмента: функции и организационные структуры; процессы управления: целеполагание и оценка ситуации, принятие управленческих решений; -организацию биотехнологического производства: производственный процесс и принципы его организации, типы, формы и методы организации производства; -основные современные российские и международные стандарты качества; -требования законодательства и стандартов Российской Федерации к продуктам биотехнологических производств. <i>Умеет:</i> планировать ресурсное обеспечение деятельности предприятия, производства сбыта и продукции; -анализировать требования законодательства и стандартов в области качества и корректно применять их в производственной деятельности и управлении коллективом; -решать проблемы, возникающие при внедрении системы качества на биотехнологическом предприятии, в результате коллективной работы; <i>Владеет:</i> -терминологией в области качества на биотехнологическом производстве; -навыками внедрения основных элементов системы качества; -навыками разработки нормативной и технологической документации на биотехнологическом предприятии; -навыками проведения проверки эффективности деятельности системы менеджмента качества внутри предприятия.	Оценка за контрольную работу №2 (2-ий семестр) Оценка за зачет с оценкой (2-й семестр)
Раздел 3. Документация на предприятии и. Аудит	<i>Знает:</i> системы менеджмента: функции и организационные структуры; процессы управления: целеполагание и оценка ситуации, принятие управленческих решений; -основные современные российские и международные стандарты качества; -требования законодательства и стандартов Российской Федерации к продуктам биотехнологических производств.	Оценка за контрольную работу №3 (2-ий семестр) Оценка за зачет с

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<i>Умеет:</i> -анализировать требования законодательства и стандартов в области качества и корректно применять их в производственной деятельности и управлении коллективом; <i>Владеет:</i> -терминологией в области качества на биотехнологическом производстве; -навыками разработки нормативной и технологической документации на биотехнологическом предприятии; -навыками проведения проверки эффективности деятельности системы менеджмента качества внутри предприятия.	оценкой (2-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 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
«Система менеджмента качества биотехнологических производств»**

основной образовательной программы
19.04.01 «Биотехнология»
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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
«Современные проблемы биотехнологии»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена

д.т.н., проф. кафедры биотехнологии В. И. Панфиловым

д.б.н., проф. кафедры биотехнологии Н. Б. Градовой

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Современные проблемы биотехнологии»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биотехнологии, молекулярной биологии, пищевой и медицинской биотехнологии.

Цель дисциплины – сформировать у магистрантов компетенции в образовательной сфере и в сфере биотехнологий, познакомить с современным уровнем и основными трендами развития биотехнологии, а также ознакомить с основными нормативными документами, определяющими и регламентирующими направления развития биотехнологий в России.

Задачи дисциплины:

- а) ознакомление обучающихся с современным уровнем и основными трендами развития биотехнологии;
- б) знакомство с основными нормативными документами, определяющими и регламентирующими направления развития биотехнологий в России;
- в) освоение принципов организации современного биотехнологического производства в целом;
- г) формирование знаний промышленных биотехнологических процессов, их общих закономерностей и характерных особенностей;
- д) формирование целостного представления о современных биотехнологиях;
- е) формирование общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения;
- ж) применение знаний, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств;
- з) формирование навыков по разработке и обоснованию основ перспективных биотехнологических производств.

Дисциплина **«Современные проблемы биотехнологии»** преподается в 1-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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК

Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения; ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности; ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.
Инновационная деятельность	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества; ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта; ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России;
- состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;
- перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;
- пути интенсификации традиционных биотехнологий;
- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;
- способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов, и утилизации отходов производств;

Уметь:

- критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;
- анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;

– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств;

– обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов;

– проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов;

– проводить микробиологический контроль производства.

Владеть:

– навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства;

– навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории;

– навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств.

– навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,3
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	3,59	129	97
Контактная самостоятельная работа	3,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		128,6	96,7
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.	Практичес кие занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаборат орные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение	2	0	2	0	0	0	0	0	0
1.	Основные направления развития современной биотехнологии	28	0	5	0	2	0	0	0	21
2.	Современные проблемы молекулярной биологии	30	0	6	0	3	0	0	0	21
3.	Современные проблемы кормопроизводства и получения белковых веществ	29	0	5	0	3	0	0	0	21
4.	Актуальные направления развития сельскохозяйственной биотехнологии Биологические средства защиты растений и биологические удобрения	29	0	5	0	3	0	0	0	21
5.	Современные проблемы биогеотехнологии	29	0	5	0	3	0	0	0	21
6.	Особенности получения готовых и товарных форм биотехнологической продукции	33	0	6	0	3	0	0	0	24
	ИТОГО:	180	0	34	0	17	0	0	0	129

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Роль биотехнологии в современном мире.

Биотехнология – одна из ключевых областей человеческой деятельности. Особенности развития биотехнологий в мире и в России. История и цель создания кафедры биотехнологии в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России.

Раздел 1. Основные направления развития современной биотехнологии.

Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Основные инструменты поддержки развития биотехнологий.

Биотехнология в Федеральных и отраслевых стратегиях развития биотехнологии и смежных отраслей. Рынок современных биотехнологических продуктов. Перспективы производства основных видов биотехнологической продукции: биомассы, спиртов и полиолов, ферментов, вторичных метаболитов, аминокислот, органических кислот, витаминов. Инженерные и технологические инновации в промышленных биотехнологических производствах.

Приоритеты развития биотехнологий. Биофармацевтика и биомедицина. Промышленная биотехнология и биоэнергетика. Сельскохозяйственная и пищевая биотехнология. Лесная биотехнология. Природоохранная (экологическая) биотехнология. Морская биотехнология.

Раздел 2. Современные проблемы молекулярной биологии.

Основные направления современной биомедицины. Перспективные направления развития биофармацевтической и медицинской промышленности в России и зарубежом. Клеточные биомедицинские технологии. Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей в России и зарубежом. Технологии молекулярно-генетической диагностики в России и зарубежом. Системная медицина и биоинформатика. Определение медицинской энзимологии и задачи, которые она решает. Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науке. Основные преимущества применения методов иммобилизации (инкапсулирования) при разработке новых лекарственных форм.

Диагностикумы ин витро в России и зарубежом. Изделия медицинского назначения. Лекарственные средства. Адресная доставка лекарственных средств.

Современное производство ферментов и ферментных препаратов в России и зарубежом. Мировые тренды в развитии биофармацевтики и биомедицины и позиции России.

Молекулярная диагностика в России и зарубежом. Персонализированная медицина в России и зарубежом. Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей в России и зарубежом. Биосовместимые материалы. Биополимеры. Нанобиотехнология.

Промышленные ферментные препараты. Производство в России и зарубежом. Комплексы мероприятий по созданию современных диагностических средств в России. Стандарт GMP, GLP, GCP. Их значение для производства. Правила GMP. Создание новых и развитие традиционных для российской экономики рынков сбыта лекарственных препаратов и медицинских изделий.

Раздел 3. Современные проблемы кормопроизводства и получения белковых веществ.

История получения растительного белка, его сбалансированность по незаменимым аминокислотам. Проблемы современного кормопроизводства. Технология «зеленой крови» проф. Зубрилина. Травяное молоко. Соя и люцерна как источники белка.. Виды кормов, их классификация. Понятие о кормовых добавках. Кормовые дрожжи (классические, гидролизные, БВК, паприн, гаприн, эприн и меприн), их классификация и состав. Нормы расхода кормового дрожжевого белка применительно к различным группам сельскохозяйственных, рыбы и птицы. Комплексная переработка растительного сырья. Основные особенности и технологические приемы, используемые при комплексной переработке

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

Раздел 4. Актуальные направления развития сельскохозяйственной биотехнологии Биологические средства защиты растений и биологические удобрения.

Место сельскохозяйственной биотехнологии и перспективы ее развития. Биотехнология и растениеводство. Теория фитопатогенеза - проникновение микроорганизмов в растение и развитие заболеваний, этапы развития. Основные виды болезней растений, симптоматика, вредоносность для сельского хозяйства. Способы борьбы с болезнями растений. Биологическое земледелие, этапы формирования биологического земледелия. Биологические препараты для защиты растений от болезней, принципы действия, действующее вещество, технология производства, основные препаративные формы. Болезни растений, вызываемые вредителями растений. Способы борьбы, биологические препараты для борьбы с вредителями. Бактериальные, грибные, вирусные. Производство препаратов. Особенности технологии применения биологических препаратов против вредителей растений. Биологические удобрения и препараты для повышения плодородия почвы, принципы действия научные основы, производство препаратов биологических удобрений. Особенности технологий их применения.

Раздел 5. Современные проблемы биогеотехнологии.

Основные вопросы, решаемые биогеотехнологией: новые эффективные методы добычи и переработки минерального сырья, создание безотходных и малоотходных технологий, обеспечивающих комплексное использование минеральных ресурсов, внедрение инновационных методов повышения нефтедобычи. Механизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами. Перспективные методы извлечения металлов (подземное, кучное, чановое) и создание конкурентноспособного, ресурсосберегающего и экологически чистого производства извлечения цветных металлов с применением бактериального выщелачивания. Использование микроорганизмов в интенсификации процессов добычи полезных ископаемых.

Раздел 6. Особенности получения готовых и товарных форм биотехнологической продукции. Специфические свойства биотехнологических продуктов, влияющие на конечные этапы их получения, а также требования к хранению биотехнологической продукции. Сравнение различных способов сушки при получении товарных форм. Получение дозированных форм на примере биологических лекарственных препаратов, в т.ч. особенности получения твердых лекарственных форм. Влияние первичной упаковки на качество и сроки хранения готовой продукции. Способы дозирования и упаковки продукции промышленной биотехнологии, в т.ч. фармацевтической и пищевой биотехнологической продукции. Обзор стандартов производства готовой продукции.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1	основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России;	+					
2	состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли	+	+	+	+	+	+
3	перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии	+	+	+	+	+	+
4	пути интенсификации традиционных биотехнологий	+	+	+	+	+	+
5	основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства	+	+	+	+	+	+
6	основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности	+	+	+	+	+	+
7	способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств	+	+	+	+	+	+
	Уметь:						
8	критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях	+	+	+	+	+	+
9	анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества	+	+	+	+	+	+
10	применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств	+	+	+	+	+	+
11	обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов		+	+	+	+	+
12	проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов		+	+	+	+	+

13	проводить микробиологический контроль производства		+	+	+	+	+
	Владеть:						
14	навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства		+	+	+	+	+
15	навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории		+	+	+	+	+
16	навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств	+	+	+	+	+	+
17	навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения	+	+	+	+	+	+

В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК						
18	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения	+	+	+	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+
		ОПК-4.3. Владеет навыками работы с объектами биотехнологии: ферментами, микроорганизмами и их сообществами, клеточными культурами, продуктами внутриклеточного и внеклеточного биосинтеза.						

19	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества	+	+	+	+	+	+
		ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта	+	+	+	+	+	+
		ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта	+	+	+	+	+	+

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	Национальные особенности развития биотехнологических исследований и промышленного производства в различных странах	1
2	1	Основные направления государственного регулирования и развития современной биотехнологии.	0,5
3	1	Основные стратегии развития и комплексные программы развития биотехнологии и смежных отраслей	0,5
4	2	Перспективные направления развития биофармацевтической и медицинской промышленности в России и зарубежом.	0,5
5	2	Современное производство ферментов и ферментных препаратов в России и зарубежом. Мировые тренды в развитии биофармацевтики и биомедицины и позиции России.	0,5
6	2	Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науке. Промышленные ферментные препараты.	0,5
7	2	Диагностикумы ин витро в России и зарубежом. Изделия медицинского назначения. Лекарственные средства. Адресная доставка лекарственных средств.	0,5
8	2	Молекулярная диагностика в России и зарубежом. Комплексы мероприятий по созданию современных диагностических средств в России. Стандарт GMP, GLP, GCP. Их значение для производства. Правила GMP.	1
9	3	Отходы пищевой, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства как субстраты для биотехнологии	1
10	3	Технологии предобработки углеродсодержащих субстратов	1
11	3	Основные особенности и технологические приемы, используемые при комплексной переработке возобновляемого растительного сырья	1
12	4	Основные виды болезней растений, симптоматика, вредоносность для сельского хозяйства. Способы борьбы с болезнями растений.	1
13	4	Биологические препараты для защиты растений от болезней. Болезни растений, вызываемые вредителями растений. Особенности технологии применения биологических препаратов против вредителей растений.	1
14	4	Биологические удобрения и препараты для повышения плодородия почвы. Производство и применение препаратов биологических удобрений.	1

15	5	Механизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами.	1
16	5	Перспективные методы извлечения цветных металлов (подземное, кучное, чановое) с применением бактериального выщелачивания.	1
17	5	Использование микроорганизмов в интенсификации процессов добычи полезных ископаемых.	1
18	6	Пробиотики: теоретические и практические аспекты получения и применения	1,5
19	6	Пребиотики: теоретические и практические аспекты получения и применения	1,5

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

1. регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
2. подготовку к практическим занятиям с использованием электронных ресурсов;
3. 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 три контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

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

Вопрос 1.1.

- Основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России.
- Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Основные инструменты поддержки развития биотехнологий.

- Биотехнология в Федеральных и отраслевых стратегиях развития биотехнологии и смежных отраслей.

- План мероприятий ("дорожная карта") "Развитие биотехнологий и генной инженерии" на 2018 - 2020 г.г.

- Рынок современных биотехнологических продуктов.

- Перспективы производства основных видов биотехнологической продукции: биомассы, спиртов и полиолов, ферментов, вторичных метаболитов, аминокислот, органических кислот, витаминов.

- Инженерные и технологические инновации в промышленных биотехнологических производствах.

- Приоритеты развития биотехнологий: биофармацевтика.

- Приоритеты развития биотехнологий: биомедицина.

- Приоритеты развития биотехнологий: промышленная биотехнология.

- Приоритеты развития биотехнологий: биоэнергетика.

- Приоритеты развития биотехнологий: сельскохозяйственная и пищевая биотехнология.

- Приоритеты развития биотехнологий: лесная биотехнология.

- Приоритеты развития биотехнологий: природоохранная (экологическая) биотехнология.

- Приоритеты развития биотехнологий: морская биотехнология.

Вопрос 1.2.

- Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науки.

- Реакторы с иммобилизованными препаратами.

- Типы иммобилизованных биообъектов.

- Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии.

- Задачи, которые решает медицинская энзимология.

- Значение энзимологии для медицины.

- Биodeградация полимерных носителей.

- Каковы основные преимущества применения методов иммобилизации (инкапсулирования) при разработке новых лекарственных форм?

- Стандарт GMP, GLP, GCP. Их значение для производства. Правила GMP.

- Создание новых и развитие традиционных для российской экономики рынков сбыта лекарственных препаратов и медицинских изделий.

- Современное производство ферментов и ферментных препаратов в России и за рубежом. Причины отставания.

- Медицинская биотехнология и биофармацевтическая промышленность в России и за рубежом. Причины отставания.

- Мировые тренды в развитии биофармацевтики и биомедицины и позиции России.

- Адресная доставка лекарственных средств.

- Биотехнология в медицине.

- Биопленка. Методы борьбы.

- Основные направления биомедицины.

- Молекулярная диагностика в России и за рубежом. Причины отставания.

- Персонализированная медицина в России и за рубежом. Причины отставания.

- Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей в России и за рубежом. Причины отставания.

- Биосовместимые материалы.

- Биополимеры.

- Диагностикумы ин витро в России и зарубежом. Причины отставания.
- Клеточные биомедицинские технологии.
- Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей в России и за рубежом. Причины отставания.
- Технологии молекулярно-генетической диагностики в России и за рубежом. Причины отставания.
- Системная медицина и биоинформатика.
- Изделия медицинского назначения.
- Лекарственные средства.
- Перспективные направления развития фармацевтической и медицинской промышленности.
- Лекарственные препараты на основе ферментов
- Использование ферментов и клеток в науке и промышленности в России и за рубежом. Причины отставания.
- Иммобилизованные ферменты и клетки: новые свойства.
- Бионанотехнология. Основные принципы создания препаратов нанолечарств. Их преимущества по сравнению с традиционными препаратами. Перспективы их использования.
- Промышленные ферментные препараты. Производство в России и зарубежом. Причины отставания.
- Комплексы мероприятий по созданию современных диагностических средств в России.
- Основные преимущества применения методов иммобилизации (инкапсулирования) при разработке новых лекарственных форм.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

- Шрот амаранта, варианты биоконверсии и использования за рубежом.
- Картофельная мезга как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии в России.
- Свекловичный жом как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии и использование за рубежом.
- Глубокая переработка пшеницы с целью получения биологически активных соединений и кормовых продуктов. Решение проблемы в России.
- Отходы производства растворимого кофе и варианты их биоконверсии за рубежом.
- Солома и сено. Варианты биоконверсии и обогащения белком.
- Рапс и кормовые продукты на его основе. Технологии, применяемые в России.
- Современные методы предобработки растительного сырья и отходов его переработки при получении кормовых белковых продуктов.
- Возможности использования биомассы водорослей для получения кормовых белковых продуктов.
- Отходы переработки сахарного тростника как сырье для получения кормовой микробной биомассы. Варианты технологии.
- Кормовые продукты, применяемые в промышленном рыбоводстве.
- Стержни кукурузы и зеленая масса – варианты использования в качестве корма в России и за рубежом.
- Послеспиртовая барда. Варианты биоконверсии в России и за рубежом.
- Рисовая шелуха как субстрат при твердофазном культивировании при

получении кормовых продуктов.

- Отходы крахмалопаточного производства как вторичное сырье для получения кормовых белково-углеводных продуктов. Примеры использования в России и за рубежом.
- Шрот подсолнечника как источник кормового белка. Российские и зарубежные технологии и производители.
- Состав и комплексная переработка отходов производства гречихи в России и за рубежом.
- Вторичное сырье – отходы консервных производств – варианты применения в качестве кормовых продуктов в России и за рубежом.
- Глубокая переработка пшеницы с целью получения биологически активных соединений и кормовых продуктов. Решение проблемы в России.
- Травяной белок. Технологии, применяемые для получения кормовых продуктов в России.
- Жом топинамбура как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии и использование в России.

Вопрос 2.2.

- Биологические средства защиты растений и биологические удобрения
- Место производства биологических средств защиты растений в общем объеме производства биологических препаратов.
- Болезни растений, возбудители болезней, механизмы фитопатогенеза.
- Взаимодействие микроорганизмов между собой как основа подбора штаммов продуцентов для разработки препаратов СЗР.
- Основные группы биологических препаратов механизмы их работы, методики применения, ожидаемая эффективность, интегрирование биологических и химических методов защиты растений.
- Биологические удобрения - азотфиксаторы свободные и симбиотические, фосформобилизирующие, механизмы работы, методика применения.
- Производство препаратов СЗР, различные препаративные формы, хранение препаратов.

Разделы 5-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

- Новые эффективные методы добычи и переработки минерального сырья.
- Механизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами.
- Комплексное использование минеральных ресурсов.
- Инновационные методы повышения нефтедобычи.
- Перспективные методы извлечения металлов.
- Интенсификация процессов добычи полезных ископаемых.
- Подземное бактериальное выщелачивание цветных металлов.
- Кучное бактериальное выщелачивание цветных металлов.
- Чановое бактериальное выщелачивание цветных металлов.

Вопрос 3.2.

- Свойства биотехнологических продуктов, влияющие на получение готовых товарных форм.
- Сравнение различных способов сушки при получении товарных форм
- Особенности барабанной сушки.
- Особенности получения гранулированного продукта.

- Лиофильное высушивание препаратов.
- Особенности сублимационной сушки термолабильных препаратов.
- Способы дозирования и упаковки продукции промышленной биотехнологии.
- Влияние первичной упаковки на качество готовой продукции.
- Влияние первичной упаковки на сроки хранения готовой продукции.
- Специфические требования к хранению биотехнологической продукции.
- Получение дозированных форм на примере биологических лекарственных препаратов.
- Особенности получения твердых лекарственных форм.
- Особенности получения твердых форм фармацевтической продукции.
- Особенности получения твердых форм биотехнологической пищевой продукции.
- Теоретические и практические аспекты получения и применения пробиотиков.
- Пребиотики: теоретические и практические аспекты получения и применения.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1-й семестр – зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса: 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

- Основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России.
- Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Основные инструменты поддержки развития биотехнологий.
- Биотехнология в Федеральных и отраслевых стратегиях развития биотехнологии и смежных отраслей.
- План мероприятий ("дорожная карта") "Развитие биотехнологий и генной инженерии" на 2018 - 2020 г.г.
- Рынок современных биотехнологических продуктов.
- Перспективы производства основных видов биотехнологической продукции: биомассы, спиртов и полиолов, ферментов, вторичных метаболитов, аминокислот, органических кислот, витаминов.
- Инженерные и технологические инновации в промышленных биотехнологических производствах.
- Приоритеты развития биотехнологий: биофармацевтика.
- Приоритеты развития биотехнологий: биомедицина.
- Приоритеты развития биотехнологий: промышленная биотехнология.
- Приоритеты развития биотехнологий: биоэнергетика.
- Приоритеты развития биотехнологий: сельскохозяйственная и пищевая биотехнология.
- Приоритеты развития биотехнологий: лесная биотехнология.
- Приоритеты развития биотехнологий: природоохранная (экологическая) биотехнология.
- Приоритеты развития биотехнологий: морская биотехнология.
- Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науки.
- Реакторы с иммобилизованными препаратами.
- Типы иммобилизованных биообъектов.
- Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии.

- Задачи, которые решает медицинская энзимология.
- Значение энзимологии для медицины.
- Биodeградация полимерных носителей.
- Каковы основные преимущества применения методов иммобилизации (инкапсулирования) при разработке новых лекарственных форм?
 - Стандарт GMP, GLP, GCP. Их значение для производства. Правила GMP.
 - Создание новых и развитие традиционных для российской экономики рынков сбыта лекарственных препаратов и медицинских изделий.
 - Современное производство ферментов и ферментных препаратов в России и за рубежом.
- Медицинская биотехнология и биофармацевтическая промышленность в России и за рубежом.
- Мировые тренды в развитии биофармацевтики и биомедицины и позиции России.
 - Адресная доставка лекарственных средств.
 - Биотехнология в медицине.
 - Биопленка. Методы борьбы.
 - Основные направления биомедицины.
 - Молекулярная диагностика в России и за рубежом.
 - Персонализированная медицина в России и за рубежом.
 - Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей в России и за рубежом.
- Биосовместимые материалы.
- Биополимеры.
- Диагностикумы ин витро в России и за рубежом. Причины отставания.
- Клеточные биомедицинские технологии.
- Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей в России и за рубежом.
- Технологии молекулярно-генетической диагностики в России и за рубежом.
- Изделия медицинского назначения.
- Лекарственные средства.
- Перспективные направления развития фармацевтической и медицинской промышленности.
- Лекарственные препараты на основе ферментов
- Использование ферментов и клеток в науке и промышленности в России и за рубежом. Причины отставания.
- Иммобилизованные ферменты и клетки: новые свойства.
- Бионанотехнология. Основные принципы создания препаратов нанолекарств. Их преимущества по сравнению с традиционными препаратами. Перспективы их использования.
- Промышленные ферментные препараты. Производство в России и за рубежом. Причины отставания.
- Комплексы мероприятий по созданию современных диагностических средств в России.
- Основные преимущества применения методов иммобилизации (инкапсулирования) при разработке новых лекарственных форм.
- Шрот амаранта, варианты биоконверсии и использования за рубежом.
- Картофельная мезга как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии в России.
- Свекловичный жом как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии и

использование за рубежом.

- Глубокая переработка пшеницы с целью получения биологически активных соединений и кормовых продуктов. Решение проблемы в России.
- Отходы производства растворимого кофе и варианты их биоконверсии за рубежом.
- Солома и сено. Варианты биоконверсии и обогащения белком.
- Рапс и кормовые продукты на его основе. Технологии, применяемые в России.
- Современные методы предобработки растительного сырья и отходов его переработки при получении кормовых белковых продуктов.
- Возможности использования биомассы водорослей для получения кормовых белковых продуктов.
- Отходы переработки сахарного тростника как сырье для получения кормовой микробной биомассы. Варианты технологии.
- Кормовые продукты, применяемые в промышленном рыбоводстве.
- Стержни кукурузы и зеленая масса – варианты использования в качестве корма в России и за рубежом.
- Послеспиртовая барда. Варианты биоконверсии в России и за рубежом.
- Рисовая шелуха как субстрат при твердофазном культивировании при получении кормовых продуктов.
- Отходы крахмалопаточного производства как вторичное сырье для получения кормовых белково-углеводных продуктов. Примеры использования в России и за рубежом.
- Шрот подсолнечника как источник кормового белка.
- Состав и комплексная переработка отходов производства гречихи в России и за рубежом.
- Вторичное сырье – отходы консервных производств – варианты применения в качестве кормовых продуктов в России и за рубежом.
- Травяной белок. Технологии, применяемые для получения кормовых продуктов в России.
- Жом топинамбура как ценное вторичное сырье.
- Биологические средства защиты растений и биологические удобрения
- Место производства биологических средств защиты растений в общем объеме производства биологических препаратов.
- Болезни растений, возбудители болезней, механизмы фитопатогенеза.
- Взаимодействие микроорганизмов между собой как основа подбора штаммов продуцентов для разработки препаратов СЗР.
- Основные группы биологических препаратов механизмы их работы, методики применения, ожидаемая эффективность, интегрирование биологических и химических методов защиты растений.
- Биологические удобрения - азотфиксаторы свободные и симбиотические, фосформобилизирующие, механизмы работы, методика применения.
- Производство препаратов СЗР, различные препаративные формы, хранение препаратов.
- Новые эффективные методы добычи и переработки минерального сырья.
- Механизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами.
- Инновационные методы повышения нефтедобычи.
- Перспективные методы извлечения металлов.
- Интенсификация процессов добычи полезных ископаемых.
- Подземное бактериальное выщелачивание цветных металлов.
- Кучное бактериальное выщелачивание цветных металлов.

- Чановое бактериальное выщелачивание цветных металлов.
- Свойства биотехнологических продуктов, влияющие получение готовых товарных форм.
- Сравнение различных способов сушки при получении товарных форм
- Особенности барабанной сушки.
- Особенности получения гранулированного продукта.
- Лиофильное высушивание препаратов.
- Особенности сублимационной сушки термолабильных препаратов.
- Способы дозирования и упаковки продукции промышленной биотехнологии.
- Влияние первичной упаковки на качество готовой продукции.
- Влияние первичной упаковки на сроки хранения готовой продукции.
- Специфические требования к хранению биотехнологической продукции.
- Получение дозированных форм на примере биологических лекарственных препаратов.
- Особенности получения твердых лекарственных форм.
- Особенности получения твердых форм фармацевтической продукции.
- Особенности получения твердых форм биотехнологической пищевой продукции.
- Теоретические и практические аспекты получения и применения пробиотиков.
- Пребиотики: теоретические и практические аспекты получения и применения.

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 (1-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Современные проблемы биотехнологии» проводится в 1-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-6 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-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
	19.04.01 Биотехнология
	«Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Современные проблемы биотехнологии»
Билет № 1 1. Основные инструменты поддержки развития биотехнологий. 2. Промышленные ферментные препараты. 3. Свекловичный жом как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии и использование в России.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная 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, РХТУ Москва, 2015. — С. 128.

2. Биотехнология: В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.1: Проблемы и перспективы / Н.С. Егоров, А.В. Олескин, В.Д. Самуилов, 1987. - 159 с.

Б. Дополнительная литература

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

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

3. Крылов И. А., Кухаренко А. А., Панфилов В. И. Основы проектирования биотехнологических производств. — РХТУ им. Д.И. Менделеева Москва, 2003. — С. 168.

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 – 11, (общее число слайдов – 180);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 130);
- 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 – 45)

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 «Современные проблемы биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. 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. Основные направления развития современной биотехнологии .	Знает: – основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России; – состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли; – перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии; – пути интенсификации традиционных биотехнологий; – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;	Оценка за контрольную работу №1 (1-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)

	– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности; – способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств. Умеет: – критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях; – анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества; – применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств. Владеет: – навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств. – навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.	
Раздел 2. Современные проблемы молекулярной биологии.	Знает: – состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли; – перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии; – пути интенсификации традиционных биотехнологий; – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности; – способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств. Умеет: – критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;	Оценка за контрольную работу №1 (1-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)

	– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества; – применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств; – обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов; – проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов; – проводить микробиологический контроль производства. Владеет: – навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства; – навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории; – навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств. – навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.	
Раздел 3. Современные проблемы кормопроизводства и получения белковых веществ.	Знает: – состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли; – перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии; – пути интенсификации традиционных биотехнологий; – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности; – способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств. Умеет: – критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;	Оценка за контрольную работу №2 (1-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)

	– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества; – применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств; – обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов; – проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов; – проводить микробиологический контроль производства. Владеет: – навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства; – навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории; – навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств. – навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.	
Раздел 4. Актуальные направления развития сельскохозяйственной биотехнологии Биологические средства защиты растений и биологические удобрения	Знает: – состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли; – перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии; – пути интенсификации традиционных биотехнологий; – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности; – способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств. Умеет: – критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;	Оценка за контрольную работу №2 (1-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)

	– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества; – применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств; – обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов; – проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов; – проводить микробиологический контроль производства. Владеет: – навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства; – навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории; – навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств. – навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.	
Раздел 5. Современные проблемы биогеотехнологии.	Знает: – состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли; – перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии; – пути интенсификации традиционных биотехнологий; – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности; – способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств. Умеет: – критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;	Оценка за контрольную работу №3 (1-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)

	– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества; – применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств; – обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов; – проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов; – проводить микробиологический контроль производства. Владеет: – навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства; – навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории; – навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств. – навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.	
Раздел 6. Особенности получения готовых и товарных форм биотехнологической продукции.	Знает: – состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли; – перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии; – пути интенсификации традиционных биотехнологий; – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности; – способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств. Умеет: – критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;	Оценка за контрольную работу №3 (1-ый семестр) Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)

– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества; – применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств; – обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов; – проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов; – проводить микробиологический контроль производства. Владеет: – навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства; – навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории; – навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств. – навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.	

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
«Современные проблемы биотехнологии»
основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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
«Технология белка и биологически активных веществ»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Технология белка и биологически активных веществ»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии, биохимии, общей биологии и 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 современном состоянии научных исследований и промышленных разработок в области получения биологически активных веществ методами биотехнологии, обучение студентов навыкам составления, анализа, расчета и модернизации технологических схем получения биологически активных веществ.

К задачам дисциплины следует отнести приобретение практических знаний и навыков, необходимых будущему магистру для принятия обоснованных решений, как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Дисциплина **«Технология белка и биологически активных веществ»** преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК

Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения; ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности;
Инновационная деятельность	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества; ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта; ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры 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;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.

Уметь:

- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- выделять продукты метаболизма из клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.

Владеть:

- навыками разработки технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- навыками составления протоколов стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- навыками составления протоколов 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	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,78	136	102
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,22	8	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,22	8	6
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Ак. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг	Сам. работа
	Введение.	4	0	2	0	2	0	0	0	0
1	Раздел 1. Микробиологическое производство высокоочищенных препаратов биологически активных веществ медицинского и пищевого назначения	47	0	22	0	22	0	0	0	3
1.1	Микробиологический синтез и технологические схемы получения аминокислот.	15	0	7	0	7	0	0	0	1
1.2	Технологические схемы получения антибиотиков медицинского назначения.	15	0	7	0	7	0	0	0	1
1.3	Микробиологическое производство витаминов для медицинских целей.	17	0	8	0	8	0	0	0	1
2	Раздел 2. Организация современного микробиологического производства препаратов немедицинского назначения.	46	0	22	0	22	0	0	0	2
2.1	Технологические схемы получения антибиотиков немедицинского назначения.	17	0	8	0	8	0	0	0	1
2.2	Производство витаминов кормового назначения.	14,5	0	7	0	7	0	0	0	0,5

2.3	Организация современного микробиологического производства органических кислот: молочной, итаконовой, пропионовой, лимонной, уксусной.	14,5	0	7	0	7	0	0	0	0,5
3	Раздел 3. Получение экзометаболитов методами биосинтеза и биотрансформации.	47	0	22	0	22	0	0	0	3
3.1	Классификация микробиологических трансформаций. Технологические схемы трансформации стероидов.	23,5	0	11	0	11	0	0	0	1,5
3.2	Технологические схемы трансформации гетероциклических соединений, гиббереллинов и других соединений. Организация современного микробиологического производства на основе живых клеток и спор.	23,5	0	11	0	11	0	0	0	1,5
	ИТОГО:	144	0	68	0	68	0	0	0	8
	Экзамен	36								
	ИТОГО:	180								

4.2. Содержание разделов дисциплины

▪ **Введение.** Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Задачи и содержание курса. Связь со специальными и общетехническими дисциплинами, курсовым и дипломным проектированием.

▪ **Раздел 1. Микробиологическое производство высокоочищенных препаратов биологически активных веществ медицинского и пищевого назначения.**

1.1-1.2. Особенности производства аминокислот химическим синтезом. Микробиологический синтез и переработка культуральных жидкостей в производстве аминокислот: лизина, орнитина, аргинина, валина, пролина, треонина, глутаминовой кислоты, гомосерина, лейцина, изолейцина, фенилаланина, гистидина, триптофана. Краткая характеристика штаммов-продуцентов, используемых в производстве аминокислот. Особенности состава питательных сред, используемых для культивирования продуцентов аминокислот. Стадии накопления посевного материала, основной ферментации, предварительной обработки культуральной жидкости, выделения и очистки в производстве аминокислот. Производство кормового жидкого концентрата лизина (ЖКЛ) и кристаллического лизина для медицинских целей.

1.3. Технологические схемы получения антибиотиков медицинского назначения: бензилпенициллина, 7-хлортетрациклина, эритромицина. Технологическая схема получения 6-аминопенициллановой кислоты – предшественника в производстве антибиотиков группы пенициллина.

1.4. Технологические схемы получения витаминов группы А и Д для медицинских целей. Производство витамина В₁₂. Микробиологический синтез и переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ для медицинских целей. Получение посевного материала и основная ферментация. Стадии выделения и очистки витамина В₁₂. Резорциновая очистка концентрата витамина В₁₂. Переработка стоков в производстве витамина В₁₂.

▪ **Раздел 2. Организация современного микробиологического производства препаратов немедицинского назначения.**

2.1. Технологические схемы получения антибиотиков немедицинского назначения: низина, тетрациклина, бацитрацина, гризина, гигромицина Б, фитобактериомицина, трихотецина.

2.2. Организация современного микробиологического производства органических кислот: молочной, итаконовой, пропионовой, лимонной, уксусной.

2.3. Технологические схемы получения витаминов кормового назначения: В₁₂, В₂, терравита К, витаминов D₂ и D₃. Микробиологический синтез и переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ – цианкобаламина.

▪ **Раздел 3. Получение экзометаболитов методами биосинтеза и биотрансформации.**

3.1. Понятие о биотрансформации органических соединений. Классификация микробиологических трансформаций. Технологические схемы трансформации стероидов путем их дегидрогенизации, микробиологического восстановления, окисления, гидролиза сложных эфиров стероидов, отщепления боковых цепей. Холестерин, фитостерины, эргостерин, стигмастерин, ситостерин.

3.2. Микробиологические трансформации гетероциклических соединений на примере производных индола и пиридина. Получение сорбозы окислением D-сорбита. Технологическая схема получения ацетилкофермента А. Производство гиббереллинов. Организация современного микробиологического производства на основе живых клеток и спор. Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков. Получение микробных инсектицидов (грибных, бактериальных, вирусных), бактериальных удобрений (нитрагина, ризоторфина, фосфобактерина).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ 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, 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.	+	+	+
	<i>Уметь:</i>			
7	выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;	+	+	
8	определять параметры сырья и продукции при их сертификации;	+	+	+
9	осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;	+	+	+
10	выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;	+	+	+
11	использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.	+	+	+

	<i>Владеть:</i>				
12	навыками разработки технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;		+	+	
13	навыками составления протоколов стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции		+	+	
14	навыками составления протоколов технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;		+	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
9	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1. Знает и понимает основные научные методы, технику исследования в биотехнологии и их ограничения;	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности;	+	+	+
10	ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других	ОПК-6.1. Знает состояние и перспективы инновационной деятельности в промышленной биотехнологии и биоинженерии, базовые приоритеты, научно-прикладные задачи, основные этапы и их задачи при внедрении разработок в практику, при проектировании и эксплуатации отдельных стадий	+	+	+

	ограничений.	биотехнологических производств, при получении продукта нужного качества;			
		ОПК-6.2. Умеет оценить технологическую, технико-экономическую и эколого-экономическую эффективность производства заданного продукта;	+	+	+
		ОПК-6.3. Владеет базовыми навыками разработки и выбора рационального способа получения заданного продукта	+	+	+

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	Характеристика различных видов биотехнологической продукции. Типовые схемы получения первичных и вторичных метаболитов.	4
2	1	Типовые технологические схемы получения первичных метаболитов (аминокислот).	4
3	1	Технологические схемы получения аминокислот на конкретных примерах.	4
4	1	Технологические схемы получения вторичных метаболитов (антибиотиков) медицинского назначения на конкретных примерах.	5
5	1	Технологическая схема получения витамина В ₁₂ медицинского назначения.	5
6	2	Общие принципы построения технологических схем получения препаратов антибиотиков кормового назначения.	4
7	2	Технология получения препаратов тетрациклина.	4
8	2	Технология препарата гризина.	4
9	2	Производство витаминов группы А.	4
10	2	Производство витаминов группы В.	4
11	2	Производство витаминов группы D.	2
12	3	Общие принципы построения технологических схем получения органических кислот.	3
13	3	Классификация микробиологических трансформаций по типу возникновения и отщепления функциональных групп.	3
14	3	Применение микроорганизмов в качестве носителей активных полиферментных систем.	3
15	3	Практическое значение методов трансформации и конкретные примеры их использования.	3
16	3	Микробиологическая трансформация стероидов. Получение сорбозы окислением D-сорбита. Технологические схемы трансформации D -сорбита в сорбозу.	3
17	3	Организация современного микробиологического производства на основе живых клеток и спор. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.	3
18	3	Получение микробных (грибных, бактериальных, вирусных) инсектицидов и бактериальных удобрений.	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала, подготовка к тематическим занятиям, презентации;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- подготовка к участию в занятиях по решению и защите ситуационных задач;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

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

7.1. Практические занятия по решению и защите ситуационных задач

Подготовка к решению и защите ситуационных задач по тематике дисциплины выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка выполнения задания складывается исходя из уровня подготовки студента к занятию и активности работы студента на занятии и составляет – 10 баллов.

Пример задания к практическому (семинарскому) занятию по решению и защите ситуационных задач:

Практическое задание по теме: «Получение препаратов аминокислот».

Порядок выполнения задания:

1. Разбивка студентов на 5 групп по 5 человек.
2. Выдача каждой группе ситуационной задачи, состоящей из двух частей:
 - а) общая информация:
 - схемы биосинтеза аминокислот,
 - характеристика штаммов-продуцентов аминокислот и условия их культивирования,
 - общие технологические приемы выделения из культуральной жидкости кислых, основных, нейтральных и ароматических аминокислот;
 - б) информация, различная для каждой группы по свойствам и области применения индивидуальных аминокислот.
3. Работа в отдельной группе:
 - а) выбор штамма-продуцента, определение условий культивирования и их теоретическое обоснование;
 - б) составление принципиальной схемы выделения индивидуальной аминокислоты из культуральной жидкости.
4. Отчет о работе каждой группы:
 - а) краткая характеристика свойств аминокислоты, ее роль для высших организмов, мировая потребность в данной аминокислоте; проанализировать особенности индивидуальной аминокислоты, предложенной в задании, проанализировав различие их физико-химических свойств;
 - б) обоснование выбора штамма-продуцента и условий его культивирования; дать

характеристику морфологических, физиологических и биохимических особенностей микроорганизмов, предложенных в задании;

в) предложить состав среды, условия культивирования и режимы культивирования микроорганизмов;

г) охарактеризовать схему выделения аминокислоты из культуральной жидкости;

д) предложить схему получения химически чистого препарата аминокислоты.

Задание 1. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства химически чистого препарата L- лизина.

Задание 2. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства химически чистого препарата L- валина.

Задание 3. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства химически чистого препарата L- пролина.

Задание 4. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства химически чистого препарата L- треонина.

Задание 5. Микробиологический синтез аминокислот: технология получения кристаллического препарата L-лейцина медицинского назначения.

7.2. Примерная тематика для подготовки рефератов

Реферат по тематике курса выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 10 баллов.

Примерная тематика реферата:

– Микробиологический синтез органических кислот: производство пропионовой кислоты.

– Микробиологический синтез органических кислот: производство лимонной кислоты.

– Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.

– Микробиологический синтез органических кислот: производство молочной кислоты.

– Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.

7.3. Примерная тематика для подготовки докладов с презентацией

Доклад с презентацией по тематике дисциплины выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Максимальная оценка презентации – 10 баллов.

Примерные темы презентаций:

– Микробиологическое производство пенициллина G для медицинских целей.

– Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство низина.

– Технология получения антибиотиков медицинского назначения: производство 6-аминопеницилановой кислоты (6-АПК) с помощью иммобилизованного в ПААГ фермента пеницилазы.

– Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препарата гигромицина Б.

– Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство трихоцетина.

– Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.

– Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство

бацитрацина.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), работы на практических занятиях (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена*.

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 30 баллов составляет по 10 баллов за каждую работу.

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

Вариант № 1.

1. Какую роль играет мел в производстве и выделении аминокислот в культуральной жидкости в производстве аминокислот?
2. Для элюции аминокислот с катионита КУ-2х8, как правило, используют растворы аммиака различных концентраций. Чем, на Ваш взгляд, обусловлен выбор концентрации аммиака?

Вариант № 2

1. Почему осаждение треонина в зарубежных технологиях на последних стадиях проводят, как правило, из водно-спиртовых растворов?
2. Перечислите важнейшие отходы, которые образуются в производстве аминокислот и предложите пути их утилизации.

Вариант № 3.

1. Сравните технологическую схему производства треонина методом ионного обмена и осаждения. Укажите преимущества и недостатки обоих методов.
2. Перечислите важнейшие приемы, которыми достигается сверхсинтез аминокислот и их выделение в культуральную жидкость.

Вариант № 4

1. Перечислите важнейшие приемы, которые используются при выделении аминокислот из культуральных жидкостей, содержащих смесь аминокислот.
2. Чем определяется выбор ионитов в производстве аминокислот?

Вариант № 5

1. Чем принципиально отличается технология выделения триптофана из культуральной жидкости от технологии выделения других аминокислот?
2. Почему аминокислоту треонин можно получать как методом осаждения, так и методом ионного обмена, тогда как остальные аминокислоты получают каким-либо одним методом?

Вариант № 6.

1. Почему глутаминовую кислоту получают только методом осаждения?
2. Почему в производстве аминокислот в основном используют методы культивирования с подпиткой или отъемно-доливной способ?

Вариант № 7.

1. Обоснуйте выбор органических растворителей в производстве пенициллина и эритромицина.
2. Что такое обратный коэффициент растворения? Какого его практическое значение при выделении эритромицина?

Вариант № 8.

1. Почему в производстве витамина В₁₂ используют резорциновую очистку?

2. Перечислите важнейшие приемы, используемые в промышленных условиях с целью увеличения выхода антибиотика.

Вариант № 9.

1. Способы повышения производительности при производстве антибиотиков.
2. Почему в производстве витамина В₁₂ для очистки раствора от пигментов не используется активированный уголь?

Вариант № 10.

1. Перечислите важнейшие отходы, которые образуются в производстве антибиотиков медицинского назначения, и предложите пути их утилизации.
2. Технология получения витамина В₁₂ для медицинских целей.

Вариант № 11.

1. Микробиологическое производство пенициллина G для медицинских целей.
2. Технология производства антибиотиков медицинского назначения: производство пенициллина.

Вариант № 12.

1. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения тетрациклина.
2. Микробиологическое производство ауреомицин (7-хлортетрациклин).

Вариант № 13.

1. Микробиологический синтез и переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ для медицинских целей.
2. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L- валина.

Вариант № 14.

1. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L-лейцина медицинского назначения.
2. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L- пролина.

Вариант № 15.

1. Технология производства высокоочищенного препарата L- лизина.
2. Технология получения антибиотиков медицинского назначения: производство 6-аминопеницилановой кислоты (6-АПК) с помощью иммобилизованного в ПААГ фермента пеницилазы.

Вариант № 16.

1. Почему глутаминовую кислоту получают только методом осаждения?
2. Почему в производстве аминокислот в основном используют методы культивирования с подпиткой или отъемно-доливной способ?

Вариант № 17.

1. Обоснуйте выбор органических растворителей в производстве пенициллина и эритромицина.
2. Что такое обратный коэффициент растворения? Какого его практическое значение при выделении эритромицина?

Вариант № 18.

1. Почему в производстве витамина В₁₂ используют резорциновую очистку?
2. Перечислите важнейшие отходы, которые образуются в производстве антибиотиков медицинского назначения, и предложите пути их утилизации.

Вариант № 19.

1. Технология получения витамина В₁₂ для медицинских целей.
2. Микробиологическое производство пенициллина G для медицинских целей.

Вариант № 20.

1. Технология производства антибиотиков медицинского назначения: производство пенициллина.

2. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения тетрациклина.

Вариант № 21.

1. Микробиологическое производство ауреомидин (7-хлортетрациклин).
2. Микробиологический синтез и переработка культуральной жидкости в производстве витамина В12 для медицинских целей.

Вариант № 22.

1. Перечислите важнейшие приемы, которыми достигается сверхсинтез аминокислот и их выделение в культуральную жидкость.
2. Перечислите важнейшие приемы, которые используются при выделении аминокислот из культуральных жидкостей, содержащих смесь аминокислот.

Вариант № 22.

1. Чем определяется выбор ионитов в производстве аминокислот?
2. Чем принципиально отличается технология выделения триптофана из культуральной жидкости от технологии выделения других аминокислот?

Вариант № 23.

1. Почему аминокислоту треонин можно получать как методом осаждения, так и методом ионного обмена, тогда как остальные аминокислоты получают каким-либо одним методом?
2. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L- валина.

Вариант № 24.

1. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L-лейцина медицинского назначения.
2. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L- пролина.

Вариант № 25.

1. Технология производства высокоочищенного препарата L- лизина.
2. Технология получения антибиотиков медицинского назначения: производство 6-аминопеницилановой кислоты (6-АПК) с помощью иммобилизованного в ПААГ фермента пеницилазы.

Вариант № 26.

1. Какую роль играет мел в производстве и выделении аминокислот в культуральной жидкости в производстве аминокислот?
2. Для элюции аминокислот с катионита КУ-2х8, как правило, используют растворы аммиака различных концентраций. Чем, на Ваш взгляд, обусловлен выбор концентрации аммиака?

Вариант № 27

1. Почему осаждение треонина в зарубежных технологиях на последних стадиях проводят, как правило, из водно-спиртовых растворов?
2. Перечислите важнейшие отходы, которые образуются в производстве аминокислот и предложите пути их утилизации.

Вариант № 28.

1. Сравните технологическую схему производства треонина методом ионного обмена и осаждения. Укажите преимущества и недостатки обоих методов.
2. Почему глутаминовую кислоту получают только методом осаждения?

Вариант № 29

1. Почему в производстве аминокислот в основном используют методы культивирования с подпиткой или отъемно-доливной способ?
2. Обоснуйте выбор органических растворителей в производстве пенициллина и эритромицина.

Вариант № 30

1. Что такое обратный коэффициент растворения? Какого его практическое значение при выделении эритромицина?
2. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства высокоочищенного препарата L- валина.

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

Вариант № 1.

1. Технология производства провитамина А для кормовых целей.
2. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство биовита для кормовых целей.

Вариант № 2.

1. Технология производства витамина D₂.
2. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство трихоцетина.

Вариант №3.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство бациллихина.
2. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство гирветина.

Вариант № 4.

1. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство низина.
2. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство биомicina для кормовых целей.

Вариант № 5.

1. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препарата гиромicina Б.
2. Технология получения антибиотиков кормового назначения: производство кормогризина.

Вариант № 6.

1. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препаратов фитобактериомicina и полимicina.
2. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препарата гризина.

Вариант № 7.

1. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство бацитрацина.
2. Технология производства провитамина А для кормовых целей.

Вариант № 8.

1. Технология получения антибиотиков кормового назначения: микробиологическое производство терравита К и Р.
2. Микробиологический синтез витаминов: производство витамина В₁₂ для кормовых целей.

Вариант № 9.

1. Переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ – цианкобаламина.
2. Технология получения витамина В₂ кормового назначения микробиологическим синтезом.

Вариант № 10

1. Организация современного микробиологического производства органических кислот: молочной кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот; производство пропионовой

кислоты.

Вариант № 11

1. Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство лимонной кислоты.

Вариант № 12.

1. Микробиологический синтез органических кислот: производство молочной кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.

Вариант № 13.

1. Микробиологический синтез органических кислот: производство глюконовой кислоты.
2. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство биомицина для кормовых целей.

Вариант № 14.

1. Переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ – цианкобаламина
2. Технология получения антибиотиков кормового назначения: микробиологическое производство терравита К.

Вариант № 15.

1. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство лимонной кислоты.

Вариант № 16.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство трихоцетина.
2. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство бациллина.

Вариант № 17.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство гирветина.
2. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство низина.

Вариант № 18.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство биомицина для кормовых целей.
2. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препарата гиромидина Б.

Вариант № 19.

1. Технология получения антибиотиков кормового назначения: производство кормогризина.
2. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препаратов фитобактериомицина и полимицина.

Вариант № 20.

1. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препарата гризина.
2. Технология производства провитамина А для кормовых целей.

Вариант № 21.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения:

производство биовита для кормовых целей.

2. Технология производства витамина D₂.

Вариант № 22.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство трихоцетина.
2. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство бацитрацина.

Вариант № 23.

1. Технология производства провитамина А для кормовых целей.
2. Технология получения антибиотиков кормового назначения: микробиологическое производство терравита К и Р.

Вариант № 24.

1. Микробиологический синтез витаминов: производство витамина В₁₂ для кормовых целей.
2. Переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ – цианкобаламина.

Вариант № 25.

1. Технология получения витамина В₂ кормового назначения микробиологическим синтезом.
2. Организация современного микробиологического производства органических кислот: молочной кислоты.

Вариант № 26.

1. Микробиологический синтез органических кислот; производство пропионовой кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство глюконовой кислоты.

Вариант № 27.

1. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство биомицина для кормовых целей.
2. Переработка культуральной жидкости в производстве витамина В₁₂ – цианкобаламина

Вариант № 28.

1. Технология получения антибиотиков кормового назначения: микробиологическое производство терравита К.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.

Вариант № 29.

1. Микробиологический синтез органических кислот: производство лимонной кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.

Вариант № 30.

1. Микробиологический синтез органических кислот: производство лимонной кислоты.
2. Микробиологический синтез органических кислот: производство молочной кислоты.

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

Вариант № 1.

1. Перечислите основные реакции, которые лежат в основе трансформации стероидов и приведите примеры их использования.
2. Понятие о биотрансформации органических соединений.

Вариант № 2.

1. Охарактеризуйте важнейшие стероидные гормоны.
2. Перечислите основные химические реакции, лежащие в основе трансформации стероидов.

Вариант № 3.

1. Охарактеризуйте микроорганизмы, используемые для трансформации стероидов.
2. Перечислите технологические особенности выделения процессов трансформации стероидов.

Вариант № 4.

1. Дайте характеристику микроорганизмов, используемых для трансформации углеводов.
2. Какое практическое значение имеют производные индола, получаемые методом микробиологической трансформации?

Вариант № 5.

1. Практическое значение микробиологической трансформации гетероциклических соединений.
2. Получение экзометаболитов методами биотрансформации. Общие подходы.

Вариант № 6.

1. Какое практическое значение имеют производные индола, получаемые методом микробиологической трансформации?
2. Особенности производства гиббереллинов.

Вариант № 7.

1. Микробиологическая трансформация производных индола.
2. В чем состоит биологическое значение ацетил-кофермента А? На чем основан принцип его получения методом микробиологической трансформации?

Вариант № 8.

1. Охарактеризуйте методы выделения конечного продукта, применяемые в трансформации стероидов.
2. Приведите примеры микробиологической трансформации углеводов гетероциклических соединений.

Вариант № 9.

1. В каких случаях для получения БАВ применяют микробиологическую трансформацию?
2. Перечислите области применения стероидов.

Вариант № 10.

1. Охарактеризуйте биохимическую роль ацетилкофермента А и механизм его биосинтеза.
2. Приведите технологическую схему получения преднизолона.

Вариант № 11.

1. Перечислите основные соединения, получаемые путем микробиологической трансформации производных индола.
2. Охарактеризуйте основные процессы, лежащие в основе трансформации углеводов.

Вариант № 12.

1. Перечислите методы трансформации углеводов, обеспечивающие минимальное образование побочных продуктов.
2. Предложите технологическую схему получения аскорбиновой кислоты с использованием микробиологических трансформаций.

Вариант № 13.

1. Приведите технологическую схему получения аскорбиновой кислоты.
2. Перечислите основные типы химических реакций, применяемых для трансформации стероидов, и приведите примеры их использования.

Вариант № 14.

1. Приведите химическую схему трансформации сорбита в сорбозу. Укажите возможные побочные продукты.
2. Предложите технологическую схему получения аскорбиновой кислоты с использованием микробиологических трансформаций.

Вариант № 15.

1. Предложите схему получения никотиновой кислоты микробиологической трансформацией.
2. Приведите технологическую схему получения гидрокортизона.

Вариант № 16.

1. Перечислите основные реакции, которые лежат в основе трансформации стероидов и приведите примеры их использования.
2. Понятие о биотрансформации органических соединений.

Вариант № 17.

1. Охарактеризуйте важнейшие стероидные гормоны.
2. Перечислите основные химические реакции, лежащие в основе трансформации стероидов.

Вариант № 18.

1. Охарактеризуйте микроорганизмы, используемые для трансформации стероидов.
2. Какое практическое значение имеют производные индола, получаемые методом микробиологической трансформации?

Вариант № 19.

1. Особенности производства гиббереллинов.
2. Микробиологическая трансформация производных индола.

Вариант № 20.

1. В чем состоит биологическое значение ацетил-кофермента А? На чем основан принцип его получения методом микробиологической трансформации?
2. Охарактеризуйте методы выделения конечного продукта, применяемые в трансформации стероидов.

Вариант № 21.

1. Перечислите основные соединения, получаемые путем микробиологической трансформации производных индола.
2. Охарактеризуйте основные процессы, лежащие в основе трансформации углеводов.

Вариант № 22.

1. Перечислите методы трансформации углеводов, обеспечивающие минимальное образование побочных продуктов.
2. Предложите технологическую схему получения аскорбиновой кислоты с использованием микробиологических трансформаций.

Вариант № 23.

1. Приведите технологическую схему получения аскорбиновой кислоты.
2. Перечислите технологические особенности выделения процессов трансформации стероидов.

Вариант № 24.

1. Дайте характеристику микроорганизмов, используемых для трансформации углеводов.
2. Какое практическое значение имеют производные индола, получаемые методом микробиологической трансформации?

Вариант № 25.

1. Практическое значение микробиологической трансформации гетероциклических соединений.
2. Получение экзометаболитов методами биотрансформации. Общие подходы.

Вариант № 26.

1. Приведите примеры микробиологической трансформации углеводов

гетероциклических соединений.

2. В каких случаях для получения БАВ применяют микробиологическую трансформацию?

Вариант № 27.

1. Перечислите области применения стероидов.
2. Охарактеризуйте биохимическую роль ацетилкофермента А и механизм его биосинтеза.

Вариант № 28.

1. Приведите технологическую схему получения преднизолона.
2. Перечислите основные типы химических реакций, применяемых для трансформации стероидов, и приведите примеры их использования.

Вариант № 29.

1. Приведите химическую схему трансформации сорбита в сорбозу. Укажите возможные побочные продукты.
2. Предложите технологическую схему получения аскорбиновой кислоты с использованием микробиологических трансформаций.

Вариант № 30.

1. Предложите схему получения никотиновой кислоты микробиологической трансформацией.
2. Приведите технологическую схему получения гидрокортизона.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2-ой семестр – экзамен).

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

1. Микробиологический синтез аминокислот: производство высокоочищенного препарата L-лейцина для медицинских целей.
2. Промышленные трансформации стероидов: получение преднизолона.
3. Микробиологический синтез витаминов: производство витамина B12 для кормовых целей.
4. Микробиологический синтез аминокислот: производство L-треонина кормового и медицинского назначения.
5. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство биомicina (биовита) для кормовых целей.
6. Микробиологический синтез органических кислот; производство лимонной кислоты.
7. Микробиологический синтез органических кислот; производство пропионовой кислоты.
8. Технология производства провитамина А (β -каротина) для кормовых целей.
9. Технология получения ацетил-кофермента А микробиологической трансформацией.
10. Микробиологический синтез аминокислот: технология производства L-орнитина кристаллического и L-аргинина на его основе.
11. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство трихотецина.
12. Микробиологическое производство терравита К.
13. Микробиологический синтез аминокислот: производство кристаллического препарата L-валина медицинского назначения. Сопутствующее производство кормамина-В.

14. Технология получения сорбозы микробиологической трансформацией сорбита.
15. Микробиологический синтез витамина В₂.
16. Микробиологический синтез аминокислот: производство высокоочищенного препарата L-лейцина для медицинских целей.
17. Промышленные трансформации стероидов: получение преднизолона.
18. Микробиологический синтез витаминов: производство витамина В₁₂ для кормовых целей.
19. Микробиологический синтез аминокислот: синтез аминокислот: производство препарата триптофана кормового назначения.
20. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
21. Микробиологические средства защиты растений: производство препарата боверина глубинным способом.
22. Микробиологический синтез аминокислот: технология получения кристаллического препарата L-лейцина медицинского назначения.
23. Технология производства антибиотиков немедицинского назначения: производство бациллина.
24. Промышленные трансформации стероидов: получение кортизола.
25. Микробиологический синтез аминокислот: производство гомосериновой культуральной жидкости для биосинтеза лизина.
26. Технология производства 6-АПК с помощью иммобилизованного в полиакриламидный гель фермента - пенициллинацилазы.
27. Микробиологический синтез органических кислот: производство глюконовой кислоты.
28. Микробиологический синтез аминокислот: производство различных препаратов L-лизина, сопутствующее производство аминокислот.
29. Микробиологическое производство эритромицина.
30. Микробиологическое производство уксусной кислоты.
31. Микробиологический синтез глюконовой кислоты.
32. Технология производства антибиотиков медицинского назначения: на примере получения 7-хлортетрациклина.
33. Производство преднизолона микробиологической трансформацией.
34. Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.
35. Технология получения антибиотиков медицинского назначения: производство бензилпенициллина.
36. Технология получения витамина В₁₂ (цианкобаламина) для медицинских целей.
37. Микробиологический синтез аминокислот: производство кристаллического препарата L-валина медицинского назначения. Сопутствующее производство кормового В.
38. Технология получения сорбозы микробиологической трансформацией сорбита.
39. Микробиологический синтез витамина В₂.
40. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.
41. Технология получения витамина В₁₂ для производства кормов.
42. Методы биотрансформации производных пиридина.

43. Микробиологический синтез аминокислот: производство высокоочищенных препаратов L-пролина. Сопутствующее производство кормамина-П.
44. Методы биотрансформации производных индола.
45. Микробиологический синтез органических кислот: производство молочной кислоты.
46. Микробиологический синтез молочной кислоты.
47. Технология получения антибиотиков медицинского назначения: производство 6-аминопенициллановой кислоты (6-АПК) с помощью, иммобилизованной в полиакриламидный гель фермента пенициллазы.
48. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препаратов терравита для кормовых целей.
49. Предложите технологическую схему получения гидрокортизона.
50. Микробиологическое производство органических кислот на примере получения итаконовой кислоты.
51. Микробиологический синтез аминокислот: производство препарата триптофана кормового назначения.
52. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
53. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.
54. Микробиологический синтез аминокислот: производство препарата триптофана кормового назначения.
55. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
56. Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.
57. Микробиологический синтез аминокислот: производство препарата триптофана кормового назначения.
58. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
59. Промышленное получение гиббереллинов.
60. Микробиологический синтез аминокислот: производство препарата триптофана кормового назначения.
61. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
62. Технология получения сорбозы микробиологической трансформацией D-сорбита.
63. Микробиологический синтез аминокислот: производство препарата триптофана кормового назначения.
64. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
65. Трансформация гетероциклических соединений микробиологическим путем. Методы биотрансформации производных индола.
66. Микробиологический синтез органических кислот: производство молочной кислоты.
67. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
68. Предложите технологическую схему получения гидрокортизона.
69. Микробиологический синтез органических кислот: производство пропионовой кислоты.
70. Технология получения сорбозы микробиологической трансформацией сорбита.

71. Микробиологические средства защиты растений: производство препарата боверина глубинным способом.
72. Микробиологическое производство органических кислот: производство уксусной кислоты.
73. Технология производства антибиотиков медицинского назначения: на примере получения 7-хлортетрациклина.
74. Производство преднизолона микробиологической трансформацией.
75. Технология получения антибиотиков медицинского назначения: производство бензилпенициллина.
76. Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.
77. Технология получения витамина В12 для производства кормов.
78. Методы биотрансформации производных пиридина.
79. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.
80. Технология получения сорбозы микробиологической трансформацией сорбита.
81. Микробиологический синтез органических кислот: производство молочной кислоты.
82. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препаратов терравита для кормовых целей.
83. Предложите технологическую схему получения гидрокортизона.
84. Микробиологическое производство органических кислот на примере получения итаконовой кислоты.
85. Технология производства особо чистых препаратов: технология получения хлортетрациклина.
86. Микробиологический синтез органических кислот: производство уксусной кислоты.
87. Промышленное получение гиббереллинов.
88. Предложите технологическую схему получения гидрокортизона.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный 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 экзамена (2-й семестр).

Экзамен по дисциплине *«Технология белка и биологически активных веществ»* проводится во 2-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из трех 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
	19.04.01 Биотехнология «Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Билет № 1

1. Микробиологический синтез аминокислот: производство высокоочищенного препарата L-лейцина для медицинских целей.
2. Промышленные трансформации стероидов: получение преднизолона.
3. Микробиологический синтез витаминов: производство витамина В₁₂ для кормовых целей.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Красноштанова А.А., Баурина М.М., Шакир И.В. Технология получения биологически активных веществ учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. 120 с.
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: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература

1. Щербакова, Ю. В. Химия биологически активных веществ : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, А. Н. Акулов. — Казань : КНИТУ, 2018. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-2362-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138387> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Биотехнология: В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.5: Производство белковых веществ / В. А. Быков [и др.], 1987. - 142 с
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. Грачева И.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и жиров [Текст]: Учебник для вузов / И.М. Грачева, Н.Н. Гаврилова, Л.А. Иванова, 1980. - 448 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);
- банк тестовых заданий для промежуточного контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- 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 – 90).

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 «*Технология белка и биологически активных веществ*» 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 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; 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
Введение. Раздел 1. Микробиологическое производство высоко-очищенных препаратов биологически активных веществ медицинского и пищевого назначения	Знает: – 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. Умеет: – выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства; – определять параметры сырья и продукции при их сертификации; – осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; – 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. Владеет:	Оценка за работу на практических занятиях. Оценка за контрольную работу №1 Оценка за экзамен

	– навыками разработки технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; – навыками составления протоколов стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; – навыками составления протоколов технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.	
Раздел 2. Организация современного микро-биологического производства препаратов немедицинского назначения.	Знает: – основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – принципиальную схему биотехнологического 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. Умеет: – выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства; – определять параметры сырья и продукции при их сертификации; – осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; – 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. Владеет: – навыками разработки технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; – навыками составления протоколов стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;	Оценка за работу на практических занятиях. Оценка за контрольную работу №2 (2-ой семестр) Оценка за доклад с презентацией Оценка за экзамен
Раздел 3. Получение экзо-метаболитов	Знает: – основные принципы организации биотехнологического производства, его	Оценка за работу на практических занятиях.

методами биосинтеза и биотрансформации	иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; – принципиальную схему биотехнологического производства; – экономические критерии оптимизации производства; – биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. Умеет: – определять параметры сырья и продукции при их сертификации; – осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;	их занятиях. Оценка за контрольную работу №3 Оценка за реферат Оценка за экзамен
	– 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. Владеет: – навыками составления технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; – навыками составления протоколов проведения стандартных испытаний по определению показателей	

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Технология белка и биологически активных веществ»**

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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

«Технология ферментных препаратов»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:
к.т.н., доцентом 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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Технология ферментных препаратов»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биотехнологии и биохимии, а биотехнологии биополимеров.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с современным состоянием научных исследований и промышленных разработок в области технологии ферментных препаратов, обучение студентов навыкам планирования научной деятельности и методического обеспечения экспериментальных исследований, составления, анализа, расчета и модернизации технологических схем производства ферментных препаратов медицинского, кормового, пищевого и технического назначения, ферментных препаратов на основе животного и растительного и микробного сырья.

Задачи дисциплины - получение полного представления об организации современного производства ферментных препаратов и отдельных ферментов, знаний об основных принципах технологии получения ферментных препаратов – подготовке питательных сред и оборудования, основной ферментации, способах извлечения ферментов из культуральной жидкости и биомассы продуцента, овладение навыками подбора оптимальных условий культивирования клеток продуцента с целью максимального выхода целевого продукта.

Дисциплина **«Технология ферментных препаратов»** преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
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	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – создание технологий получения новых видов продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа,	ПК-3 – Способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, выбрать способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения	ПК-3.1. Знает: – основные особенности и специфику построения (био)технологических процессов, технологий биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, биологической переработки отходов, биологической очистки, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов. ПК-3.2. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные и аппаратные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об

цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – реализация и 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.	основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-3.3. Владеет навыками осуществления асептических процессов, технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства в соответствии с технологическими регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве.	образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. В. Управление действующими технологическими процессами и производством. В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии.

	Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для использования 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;			С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ. <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/03.6 – Производство биотехнических систем. В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе

	– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			медицинского, экологического и биометрического назначения. В/03.7 – Подготовка производства инновационных 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.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- классификацию и номенклатуру ферментных препаратов;
- типовые технологические схемы производства ферментных препаратов.
- промышленные ферментные препараты, выделяемые из источников растительного, животного и микробного происхождения.

Уметь:

- разрабатывать технологическую схему для получения ферментного препарата требуемого качества и назначения;

Владеть:

- методами определения активности ферментов различных классов.

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:	2,83	102	76,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	0,17	6	4,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,17	6	4,5
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часы								
		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.	4	0	4	0	0	0	0	0	0
1	Раздел 1. Организация современного микробиологического производства ферментных препаратов.	32	0	20	0	10	0	0	0	2
2	1.1. Организация современного микробиологического производства ферментных препаратов.	18	0	12	0	5	0	0	0	1
3	1.2. Иммуобилизованные ферменты.	14	0	8	0	5	0	0	0	1
4	Раздел 2. Ферментные препараты на основе растительного и животного сырья.	38	0	26	0	10	0	0	0	2
5	2.1. Получение протеолитических ферментов из животного сырья.	14	0	8	0	5	0	0	0	1
6	2.2. Микробиологическое производство амилолитических, протеолитических ферментов и препаратов на их основе.	24	0	18	0	5	0	0	0	1
7	Раздел 3. Микробиологическое производство ферментных препаратов различных классов	34	0	18	0	14	0	0	0	2
	ИТОГО:	108	0	68	0	34	0	0	0	6
	Экзамен	36								
	ИТОГО:	144								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Ферментные препараты. Характеристика активности ферментных препаратов. Стандартная единица активности. Активность условного препарата.

Раздел 1. Организация современного микробиологического производства ферментных препаратов. Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов.

Особенности хранения исходных штаммов-продуцентов. Подготовка посевного материала для поверхностного и глубинного культивирования. Особенности стерилизации жидких и сыпучих питательных сред при производстве ферментных препаратов. Микрокапсулирование и микрогранулирование ферментных препаратов.

Принципиальная схема получения ферментных препаратов. Технологическая схема получения очищенных ферментных препаратов. Экстрагирование ферментов из поверхностных культур. Методы концентрирования ферментных растворов, разделения и очистки ферментов, осаждение органическими растворителями, высококонцентрированными растворами солей (высаливание), органическими полимерами и другими веществами. Избирательная денатурация. Способы стандартизации ферментных препаратов. Технологические особенности получения препаратов с определенным составом ферментов. Микробиологический и биохимический контроль производства.

Химические методы иммобилизации. Физические методы иммобилизации. Основы технологии иммобилизации ферментов в условиях промышленного производства. Носители. Сшивающие агенты. Ферментные препараты из растительного сырья.

Раздел 2. Ферментные препараты на основе растительного и животного сырья. Получение ферментных препаратов из органов и тканей животных. Получение протеолитических ферментов из животного сырья. Технология получения панкреатина. Механизм действия и свойства реннина. Получение препаратов сычужного реннина. Получение заменителей сычужного фермента из поверхностных и глубинных культур. Амилолитические ферменты. Источники получения, механизм действия и свойства амилаз. Производство глюкоамилазы. Применение амилолитических препаратов. Получение препаратов амилаз из поверхностных культур. Принципиальная технологическая схема получения декстраназ. Протеолитические ферменты. Источники получения. Механизм действия и свойства. Получение микробных протеиназ. Производство щелочной протеазы. Механизм действия и свойства щелочной протеазы. Производство протосубтилина (нейтральной протеазы).

Раздел 3. Микробиологическое производство ферментных препаратов различных классов. Источники пектолитических ферментов. Механизм действия и свойства пектиназ. Получение препаратов из глубинных аэробных и анаэробных культур.

Целлюлолитические ферменты. Источники получения и механизм действия целлюлаз. Производство целлюбиазы. Механические и химические методы предобработки целлюлозосодержащих материалов, используемых для получения ферментных препаратов. Получение препаратов целлюлаз из глубинных культур. Биологические методы предобработки целлюлозосодержащих материалов, используемых для получения ферментных препаратов. Получение препаратов целлюлаз из поверхностных культур. Механизм действия и свойства гемицеллюлаз. Получение гемицеллюлазных препаратов из поверхностных культур. Получение препаратов гемицеллюлаз из глубинных культур.

Источники ферментов, деградирующих лигнин. Механизм действия и свойства лигниназы.

Источники получения липаз. Механизм действия и свойства. Особенности состава питательной среды при глубинном культивировании. Получение препаратов липолитических ферментов. Механизм действия и свойства глюкозооксидазы. Получение препаратов из глубинных культур. Механизм действия и свойства каталазы. Совместное получение препаратов глюкозооксидазы и каталазы. Производство препаратов

глюкоизомеразы. Источники получения, механизм действия.

Современное состояние производства ферментных препаратов в России и за рубежом.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
<i>Знать:</i>				
1	классификацию и номенклатуру ферментных препаратов;	+	+	+
2	типовые технологические схемы производства ферментных препаратов.	+	+	+
3	промышленные ферментные препараты, выделяемые из источников растительного, животного и микробного происхождения.	+	+	+
<i>Уметь:</i>				
4	предлагать технологическую схему для получения ферментного препарата требуемого качества и назначения	+	+	+
<i>Владеть:</i>				
5	методами определения активности ферментов различных классов	+	+	+
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		
6	ПК-3 – Способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, выбрать способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-3.1. Знает: – основные особенности и специфику построения (био)технологических процессов, технологий биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, биологической переработки отходов, биологической очистки, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.	+	+
		ПК-3.2. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные и аппаратурные средства, технологии для	+	+

		решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.			
		ПК-3.3. Владеет навыками осуществления асептических процессов, технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства в соответствии с технологическими регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве.	+	+	+

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	Подготовительные стадии в производстве ферментных препаратов. Характеристика и области применения различных ферментов	5
2	1	Методы выделения ферментов из биомассы продуцента и культуральной жидкости.	5
3	2	Особенности выделения ферментов из растительных тканей.	3
4	2	Особенности выделения ферментов из животного сырья. Основные приемы.	3
5	2	Свойства и особенности получения амилаз.	4
6	3	Получение протеиназ. Принципиальная схема.	4
7	3	Применение пектолитических ферментов.	4
8	3	Мультиэнзимные композиции и их применение в кормопроизводстве	4
9	3	Обзор современного состояния производства ферментов в мире.	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:

- подготовку к практическим занятиям по дисциплине;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче экзамена (2 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 50 баллов), презентации (максимальная оценка - 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 15 баллов за 1 и 2 и 20 баллов за 3-ю.

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

Вариант 1

1. Какие факторы влияют на биосинтез ферментов?
2. Как можно очистить культуральную жидкость от твердых взвесей?
3. Какие ферменты локализованы в хитосомах?

Вариант 2

- Какие процессы происходят в диффузионных батареях?
2. Какие методы концентрирования ферментных растворов Вы знаете?
3. Особенности диализа.

Вариант 3

1. Электродиализ и его особенности.
 2. Какие требования предъявляют к мембранам, используемым в производстве ферментов?
 3. Назовите основные факторы, влияющие на осаждение ферментов.
1. Назовите методы, используемые при концентрировании ферментных растворов.
 2. Укажите все стадии получения ферментного препарата «протосубтилин Г20х

Вариант 4

1. Что происходит при высаливании ферментов? Как можно интенсифицировать процесс?
2. В каких случаях проводят осаждение ферментов путем избирательной денатурации?
3. На чем основан один из методов разделения и очистки ферментов - ЛОХ?

Вариант 5

1. «+» и «-» вакуум-высушивания и сублимационной сушки.
2. Как осуществляют гранулирование ферментных препаратов?
3. Гель-фильтрация – применение при выделении и очистки ферментов.

Вариант 6

1. Природа связей между молекулами фермента и субстрата.
2. «+» и «-» сублимационной сушки.
3. Как осуществляют гранулирование ферментных препаратов?

Вариант 7

1. «+» и «-» распылительной сушки.
2. Чем и зачем стандартизуют ферментные препараты?
3. Какие ферменты локализованы в целлюлосомах?

Вариант 8

1. Как осуществляют гранулирование ферментных препаратов?
2. Специфичность ферментов.
3. Требования, предъявляемые к мембранам, используемым в производстве ферментов.

Вариант 9

1. Как осуществляют гранулирование ферментных препаратов?
2. Как снизить потери, возникающие при сушке ферментов?
3. В чем суть аффинной (биоспецифической) хроматографии?

Вариант 10

1. Извлечение ферментов проводят как из влажных, так и из сухих поверхностных культур грибов. Что выгоднее? Преимущества и недостатки каждого варианта.
2. Как осуществляют гранулирование ферментных препаратов?
3. Требования, предъявляемые к мембранам, используемым в производстве ферментов.

Вариант 11.

1. Перед фильтрованием суспензию клеток подщелачивают до pH 8,4-8,5 и добавляют хлорид кальция в количестве 0,1% - для чего?
2. Преимущества ультрафильтрации перед вакуум-выпариванием?
3. Стандартизация ферментативного препарата- зачем нужно стандартизовать ферментные препараты и как она осуществляется.

Вариант 12.

1. Оптимальная влажность субстрата при поверхностном культивировании микроорганизмов с целью получения ферментных препаратов находится в пределах (нужное подчеркните)- 10-20%;- 20-30%;-30-40%;- 40-50%;- 50-60%;
- другое значение
2. Перед фильтрованием суспензию клеток подщелачивают до pH 8,4-8,5 и добавляют хлорид кальция в количестве 0,1% - для чего?
3. Преимущества ультрафильтрации перед вакуум-выпариванием?

Вариант 13.

1. Отметьте (**подчеркните**) верное утверждение **изоферменты (изозимы)**
- являются изомерами
- имеют сходное, но химически различное строение молекул
- имеют генетически определенные различия в первичной структуре и различную электрофоретическую подвижность
- 2.. Как можно очистить культуральную жидкость от твердых взвесей?
3. Какие ферменты локализованы в хитосомах?

Вариант 14.

1. Трансферазы осуществляют (**подчеркните** правильное утверждение)
- катализ окислительно-восстановительных реакций
- перенос функциональных групп на молекулу воды
- катализ реакций присоединения по двойным связям
- катализ переноса функциональных групп на субстрат
2. Какие методы концентрирования ферментных растворов Вы знаете?
3. Особенности диализа.

Вариант 15

3. В каких сушилках и при каких условиях можно сушить ферментные препараты?
4. Назовите методы, используемые при концентрировании ферментных растворов.
5. Укажите все стадии получения ферментного препарата «протосубтилин Г20х

Вариант 16

1. Специфичность действия ферментов
2. Сравните химический и ферментативный катализ
3. Какие мембранные методы разделения Вы знаете, в чем их различие и для чего они применяются?

Вариант 17

1. В каком виде вносят микроэлементы в питательную среду?
2. Какие факторы влияют на биосинтез ферментов?
3. Как можно очистить культуральную жидкость от твердых взвесей ?

Вариант 18.

1. Какие процессы происходят в диффузионных батареях?
2. Какие методы концентрирования ферментных растворов Вы знаете?
3. Особенности диализа.

Вариант 19

1. Электродиализ
2. Какие требования предъявляют к мембранам, используемым в производстве ферментов?
3. Назовите основные факторы, влияющие на осаждение ферментов.

Вариант 20

1. Какие требования предъявляют к мембранам, используемым в производстве ферментов?
2. Назовите основные факторы, влияющие на осаждение ферментов.
3. Что происходит при высаливании? Как можно интенсифицировать процесс?

Вариант 21.

1. Природа связей между молекулами фермента и субстрата
2. Локализация ферментов в клетке
3. Какие ферменты локализованы в карбоксисомах?

Вариант 22

1. «+» и «-» вакуум-высушивания и сублимационной сушки.
2. Как осуществляют гранулирование ферментных препаратов?
3. Гель-фильтрация – применение при выделении и очистки ферментов.

Вариант 23

1. «+» и «-» сублимационной сушки.
2. Как осуществляют стандартизацию ферментных препаратов и для чего?
3. Какие ферменты локализованы в хитосомах

Вариант 24

1. Назовите не менее 5 факторов, влияющих на длительность процесса культивирования.
2. В чем сущность процесса пресс-диффузии?
3. Как можно очистить культуральную жидкость от твердых взвесей?

Вариант 25

1. Укажите все стадии получения ферментного препарата «протосубтилин Г20х
2. Почему количество воздуха, подаваемое в камеру, на разных стадиях роста культуры различно?
3. Зачем в растительных камерах при твердофазном культивировании создается небольшое избыточное давление?

Вариант 26

1. В чем сущность процесса аффинной хроматографии?
2. Сравните химический и ферментативный катализ
3. Какие мембранные методы разделения Вы знаете, в чем их различие и для чего они применяются?

Вариант 27

1. Назовите методы, используемые при концентрировании ферментных растворов.
2. Укажите все стадии получения ферментного препарата «амилосубтилин Г20х»
3. Почему количество воздуха, подаваемое в камеру, на разных стадиях роста культуры различно?

Вариант 28

1. Сравните химический и ферментативный катализ
2. Какие мембранные методы разделения Вы знаете, в чем их различие и для чего они применяются?
3. Как проводят подготовку и стерилизацию твердых питательных сред для биосинтеза ферментов?

Вариант 29

1. В каком виде вносят микроэлементы в питательную среду?
2. Какие факторы влияют на биосинтез ферментов?
3. Как можно очистить культуральную жидкость от твердых взвесей?

Вариант 30

1. Оптимальная влажность субстрата при поверхностном культивировании микроорганизмов с целью получения ферментных препаратов находится в пределах (нужное подчеркните)- 10-20%;- 20-30%;-30-40%;- 40-50%;- 50-60%;

- другое значение

2. Перед фильтрованием суспензию клеток подщелачивают до pH 8,4-8,5 и добавляют хлорид кальция в количестве 0,1% - для чего?
3. Преимущества ультрафильтрации перед вакуум-выпариванием ?

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

Вариант 1

1. Большинство промышленно важных ферментов относится к

А. Лиазам Б. Синтетазам В. Трансферазам Г. Гидролазам Д. Оксидоредуктазам. Е. Изомеразам

- 2.. Индекс 3 при названии ферментного препарата означает

А. сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента; Б. сухой препарат, полученный осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания; В. Жидкий неочищенный концентрат исходной культуры; Г. Неочищенная культура продуцента; Д. препарат, частично освобожденный от сопутствующих ферментов

Вариант 2.

1. Наличие **определенного фермента в данном препарате** может быть установлено

А. по количеству образовавшихся продуктов реакции; Б. по уменьшению исходного субстрата; В. По цвету препарата; Г. С помощью качественных реакций

- 2.. Оксидоредуктазы осуществляют: А. перенос функциональных групп на молекулу воды;

Б. катализ реакций присоединения по двойным связям; В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат; Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

Вариант 3.

1. Подчеркните название фермента или ферментного препарата

Тиолаза, трегалоза, триптофансинтаза, кокарбоксилаза ,пепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,, реннин, реннилаза, микрозим

- 2.. Расшифруйте запись

Амилосубтилин Г10Х, Целловиридин ГЗХ ,Лакказа, Пектаваморин, Глюкаваморин

- 3.. Назовите области применения не менее 3-х ферментных препаратов из п.2.

Вариант 4.

1. Оксидоредуктазы осуществляют

А. перенос функциональных групп на молекулу воды

Б. катализ реакций присоединения по двойным связям

В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат

Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

2. Подчеркните название фермента или ферментного препарата

Тиолаза, трегалоза, триптофансинтаза, кокарбоксилаза ,пепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,, реннин, реннилаза, микрозим

3. Расшифруйте запись

Амилосубтилин ГХ; Целловиридин Г20Х;; Глюкаваморин; Амилоризин ПХ; Мальтаваморин Г10Х

Вариант 5

1. Индекс 10 при названии ферментного препарата означает

А. сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента

Б. сухой препарат полученный осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания

В. Жидкий неочищенный концентрат исходной культуры

Г. Неочищенная культура продуцента

Д. препарат, частично освобожденный от сопутствующих ферментов

2. Расшифруйте запись

Пектофоеитин;Глюкаваморин;Амилоризин ПХ;МальтаваморинГ10Х;Инвертаза

3. Назовите области применения не менее 3-х ферментных препаратов из п.2.

Вариант 6

1. Лиазы осуществляют: А. перенос функциональных групп на молекулу воды; Б. катализ реакций присоединения по двойным связям;В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат; Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций.

2.Расшифруйте запись: Глюкаваморин; Амилоризин 10ПХ; МальтаваморинГ3Х; Кокарбоксилаза

3. Назовите области применения не менее 3-х ферментных препаратов из п.2.

Вариант 7.

1.Наличие определенного фермента в данном препарате может быть установлено

А. по количеству образовавшихся продуктов реакции

Б. по уменьшению исходного субстрата

В. По цвету препарата

Г. С помощью качественных реакций

2. Тиолаза, трегалоза, триптофансинтаза, кокарбоксилаза ,лепсин,трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,,реннин,реннилаза, микрозим; Подчеркните название ферментного препарата.

3. Назовите области применения не менее 5-х ферментных препаратов из п.2..

Вариант 8

1.Гидролазы осуществляют

А. перенос функциональных групп на молекулу воды

Б. катализ реакций присоединения по двойным связям

В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат

Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

2. Подчеркните название фермента или ферментного препарата:

Трегалоза, кокарбоксилаза ,лепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,,реннин,реннилаза, микрозим.

3. Области применения ферментных препаратов (не менее 5 препаратов) из п.2.

Вариант 9

1.Индекс 15 при названии ферментного препарата означает

А. сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента

Б. сухой препарат полученный осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания

В. Жидкий неочищенный концентрат исходной культуры

Г. Неочищенная культура продуцента

Д. препарат, частично освобожденный от сопутствующих ферментов

2. Лигаза осуществляют:

А. перенос функциональных групп на молекулу воды

Б. катализ реакций присоединения по двойным связям

В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат

Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

3. Области применения ферментных препаратов из растительного сырья.

Вариант 10

1. Большинство промышленно важных ферментов относится к:А. Лиазам Б. Синтетазам ; В. Трансферазам;Г.Гидролазам;Д. Оксидоредуктазам;Е. Изомеразам;Ж. Транслоказам.

2. Триптофансинтаза, кокарбоксилаза ,лепсин,трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,,реннин,реннилаза, микрозим- подчеркните название фермента или ферментного препарата.

3. Укажите области применения всех ферментных препаратов, указанных в п.2.

Вариант 11

1. Ферментативный гидролиз липидов имеет существенное отличие от других ферментативных процессов – какое ?

2. Традиционными стимуляторами синтеза целлюлолитических ферментов являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, фильтровальная бумага.

3. Области применения пектолитических ферментных препаратов.

Вариант 12

1. Традиционными стимуляторами синтеза амилаз являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, гидролизаты крахмала, кукурузная мука

2. Источником углерода при микробном синтезе протеиназ могут быть (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, экстракты соевых бобов, казеин, крахмал

3. Области применения целлюлолитических ферментных препаратов.

Вариант 13

1. Традиционными стимуляторами синтеза гемицеллюлаз являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт.

2. Особенности состава питательных сред при микробном синтезе протеиназ.

3. Области применения ренниноподобных протеиназ.

Вариант 14

1. Традиционными стимуляторами синтеза липаз являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, соевое масло, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, соевый шрот

2. Области применения амилазических ферментных препаратов.

3. Особенности технологии получения ферментов с каталазной активностью.

Вариант 15.

1. Животное сырье, используемое для получения ферментных препаратов. Особенности хранения.

2. Почему при получении амилаз путем глубинного культивирования очень важно определить время окончания культивирования?

3. Особенности состава питательных сред для получения ферментных препаратов с пектолитической активностью.

Вариант 16

1. Большинство промышленно важных ферментов относится к

А. Лиазам Б. Синтетазам В. Трансферазам Г. Гидролазам Д. Оксидоредуктазам. Е. Изомеразам

2.. Индекс 3 при названии ферментного препарата означает

А. сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента; Б. сухой препарат, полученный осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания; В. Жидкий неочищенный концентрат исходной культуры; Г. Неочищенная культура продуцента; Д. препарат, частично освобожденный от сопутствующих ферментов

Вариант 17.

1. Наличие **определенного фермента в данном препарате** может быть установлено

А. по количеству образовавшихся продуктов реакции; Б. по уменьшению исходного субстрата; В. По цвету препарата; Г. С помощью качественных реакций

2.. Оксидоредуктазы осуществляют: А. перенос функциональных групп на молекулу воды;

Б. катализ реакций присоединения по двойным связям; В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат; Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

Вариант 18.

1. Подчеркните название фермента или ферментного препарата

Тиолаза, трегалоза, триптофансинтаза, кокарбоксилаза, пепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза, реннин, реннилаза, микрозим

2.. Расшифруйте запись

Амилосубтилин Г10Х, Целловиридин Г3Х, Лакказа, Пектаваморин, Глюкаваморин

3.. Назовите области применения не менее 3-х ферментных препаратов из п.2.

Вариант 19.

1. Оксидоредуктазы осуществляют

А. перенос функциональных групп на молекулу воды

Б. катализ реакций присоединения по двойным связям

В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат

Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

2. Подчеркните название фермента или ферментного препарата

Тиолаза, трегалоза, триптофансинтаза, кокарбоксилаза, пепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза, реннин, реннилаза, микрозим

3. Расшифруйте запись

Амилосубтилин ГХ; Целловиридин Г20Х;; Глюкаваморин; Амилоризин ПХ; Мальтаваморин Г10Х

Вариант 20

1. Индекс 10 при названии ферментного препарата означает

А. сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента

Б. сухой препарат полученный осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания

В. Жидкий неочищенный концентрат исходной культуры

Г. Неочищенная культура продуцента

Д. препарат, частично освобожденный от сопутствующих ферментов

2. Расшифруйте запись

Пектофетидин; Глюкаваморин; Амилоризин ПХ; Мальтаваморин Г10Х; Инвертаза

3. Назовите области применения не менее 3-х ферментных препаратов из п.2.

Вариант 21

1. Лиазы осуществляют: А. перенос функциональных групп на молекулу воды; Б. катализ реакций присоединения по двойным связям; В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат; Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций.

2. Расшифруйте запись: Глюкаваморин; Амилоризин 10ПХ; Мальтаваморин Г3Х; Кокарбоксилаза

3. Назовите области применения не менее 3-х ферментных препаратов из п.2.

Вариант 22.

1. Наличие определенного фермента в данном препарате может быть установлено

А. по количеству образовавшихся продуктов реакции

Б. по уменьшению исходного субстрата

В. По цвету препарата

Г. С помощью качественных реакций

2. Тиолаза, трегалоза, триптофансинтаза, кокарбоксилаза, пепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза, реннин, реннилаза, микрозим; Подчеркните название ферментного препарата.

3. Назовите области применения не менее 5-х ферментных препаратов из п.2..

Вариант 23

1. Гидролазы осуществляют

- А. перенос функциональных групп на молекулу воды
- Б. катализ реакций присоединения по двойным связям
- В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат
- Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций

2. Подчеркните название фермента или ферментного препарата:

Трегалоза, кокарбоксилаза, лепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза, реннин, реннилаза, микрозим.

3. Области применения ферментных препаратов (не менее 5 препаратов) из п.2.

Вариант 24

1. Индекс 15 при названии ферментного препарата означает

- А. сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента
- Б. сухой препарат полученный осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания
- В. Жидкий неочищенный концентрат исходной культуры
- Г. Неочищенная культура продуцента
- Д. препарат, частично освобожденный от сопутствующих ферментов

2. Лигазы осуществляют:

- А. перенос функциональных групп на молекулу воды
 - Б. катализ реакций присоединения по двойным связям
 - В. Катализ переноса функциональных групп на субстрат
 - Г. Катализ окислительно-восстановительных реакций
3. Области применения ферментных препаратов из растительного сырья.

Вариант 25

1. Большинство промышленно важных ферментов относится к: А. Лиазам Б. Синтетазам ; В. Трансферазам; Г. Гидролазам; Д. Оксидоредуктазам; Е. Изомеразам; Ж. Транслоказам.

2. Триптофансинтаза, кокарбоксилаза, лепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза, реннин, реннилаза, микрозим- подчеркните название фермента или ферментного препарата.

3. Укажите области применения всех ферментных препаратов, указанных в п.2.

Вариант 26

1. Ферментативный гидролиз липидов имеет существенное отличие от других ферментативных процессов – какое ?

2. Традиционными стимуляторами синтеза целлюлолитических ферментов являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, фильтровальная бумага.

3. Области применения пектолитических ферментных препаратов.

Вариант 27

1. Традиционными стимуляторами синтеза амилаз являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, гидролизаты крахмала, кукурузная мука

2. Источником углерода при микробном синтезе протеиназ могут быть (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, экстракты соевых бобов, казеин, крахмал

3. Области применения целлюлолитических ферментных препаратов.

Вариант 28

1. Традиционными стимуляторами синтеза гемицеллюлаз являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт.

2. Особенности состава питательных сред при микробном синтезе протеиназ.

3. Области применения ренниноподобных протеиназ.

Вариант 29

1. Традиционными стимуляторами синтеза липаз являются (нужное подчеркнуть)-

Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, соевое масло, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, соевый шрот

2. Области применения амилазных ферментных препаратов.

3. Особенности технологии получения ферментов с каталазной активностью.

Вариант 30.

1. Животное сырье, используемое для получения ферментных препаратов. Особенности хранения.

2. Почему при получении амилаз путем глубинного культивирования очень важно определить время окончания культивирования?

3. Особенности состава питательных сред для получения ферментных препаратов с пектолитической активностью.

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

Вариант 1.

1. Области применения амилазных ферментных препаратов.

2. Особенности получения пектолитических ферментов.

3. Приведите примеры физических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): **Изоферменты** (изозимы)

- Являются изомерами
- Имеют сходное, но химически различное строение молекул
- Имеют генетически определенные различия в первичной структуре и различную электрофоретическую подвижность

5. Расшифруйте:

- Целловиридин Г20Х; Пектофоетидин ГЗХ; ЦГТ-аза; 2-30 ед.АФБ/мл

Вариант 2.

1. Области применения пектолитических ферментных препаратов.

2. Особенности получения целлюлолитических ферментов.

3. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): К какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции гидролитического расщепления сложных органических соединений: 1) оксидоредуктазы 2) трансферазы 3) гидролазы 4) лиазы 5) изомеразы 6) лигазы.

5. Расшифруйте: Амилооризин Г10Х, папаин, КОЕ.

Вариант 3.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих гемицеллюлазы.

2. Особенности получения липолитических ферментов.

3. Приведите примеры механических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): Укажите, к какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции окисления и восстановления: 1) лиазы 2) лигазы 3) гидролазы 4) оксидоредуктазы 5) трансферазы 6) изомеразы.

5. Расшифруйте: Протооризин Г10Х, Ксилан, 300 ед.МКЦ/мл, бромелин.

Вариант 4.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих протеиназы.
2. Особенности получения амилалитических ферментных препаратов при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Приведите примеры биологических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.
4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): Укажите, к какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции гидролитического расщепления сложных органических соединений: 1) оксидоредуктазы 2) трансферазы 3) гидролазы 4) лиазы 5) изомеразы 6) лигазы.
5. Фицин, бромелайн, папаин. Что объединяет ?

Вариант 5.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих лигниназы.
2. Особенности получения ренниноподобных протеиназ при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Назовите ферментные препараты, применяемые при получении амилалитических ферментных препаратов.
4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): К какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции переноса атомных группировок от одного соединения к другому:

1) оксидоредуктазы 2) трансферазы 3) гидролазы 4) лиазы 5) изомеразы 6) лигазы

5. Особенности технологии ферментных препаратов, выделяемых из растительного сырья.

Вариант 6.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих целлюлазы.
2. Особенности технологии щелочной протеиназы при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Назовите ферментные препараты, применяемые в пивоваренной промышленности
4. Укажите, какая часть в наименовании ферментного препарата Пектофоетидин ГЗх указывает на его основной фермент: 1) ин 2) пект 3) фоеид 4) Г 5) Зх
5. Особенности технологии ферментных препаратов, выделяемых из животного сырья.

Вариант 7.

1. Какие ферментные препараты применяются в кожевенной промышленности?
2. Особенности технологии нейтральной протеиназы при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Укажите место локализации экзоферментов при ферментации их продуцента: 1) внутри клеток 2) в культуральной жидкости 3) в биомассе
4. Какая часть в названии ферментного препарата Амилизин П10х указывает на способ ферментации его.
5. Способы стандартизации ферментных препаратов.

Вариант 8.

1. Как определяют количество фермента в исследуемом образце? Какая величина принимается за единицу активности фермента?
2. Укажите, какая часть в названии ферментного препарата Амилизин П10х указывает вид продуцента: 1) ин 2) 10х 3) амил 4) ориз 5) П .

3. Какие ферментные препараты применяют при производстве синтетических моющих средств?
4. К какому классу ферментов относится амилаза? В чем заключается механизм ее действия?
5. В производстве пива в России применяется отечественный препарат: Амилоsubтили́н Г10Х. Охарактеризуйте его.

Вариант 9.

1. Какие параметры технологического процесса влияют на уровень накопления ферментов при твердофазном культивировании микроскопических грибов?
2. Укажите, какая часть в названии ферментного препарата Амилоризин П10х указывает на степень очистки: 1) ин 2) 10х 3) амил 4) ориз 5) П 10.
3. Назовите группу микроорганизмов, которые используют при твердофазной ферментации в технологии производства ферментов: 1) актиномицеты 2) бактерии 3) грибы 4) дрожжи.
4. Укажите тип посевного материала, используемый для засева питательных сред при глубоинной ферментации продуцентов-ферментов: 1) спорый 2) поверхностная культура 3) вегетативный.
5. В производстве пива в России применяется отечественный препарат: Ксилоглюканофетидин П10Х; Охарактеризуйте его.

Вариант 10.

1. Почему необходимо получать ферментные препараты различной степени очистки?
2. Какую влажность должна иметь питательная среда при твердофазном культивировании продуцентов ферментов: 1) 45...50 % 2) 68...72 % 3) 58...63 %
3. Какие функции выполняет воздух, подаваемый на аэрацию при твердофазном культивировании: 1) снабжение кислородом 2) отвод тепла 3) перемешивание 4) отвод CO₂ 5) передавливание.
4. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
5. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилоsubтили́н Г10Х и; Целловиридин Г20Х; Охарактеризуйте их.

Вариант 11.

1. На чем основан способ выделения ферментов методом осаждения? Какие реагенты используют в качестве осадителей ферментов?
2. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилоsubтили́н Г20Х; Амилоризин ПХ и П10Х. Охарактеризуйте их.
3. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
4. Особенности получения целлюлолитических ферментов.
5. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

Вариант 12

1. Сравните методы концентрирования и очистки, применяемые для выделения ферментов при глубинном и твердофазном культивировании.
2. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилосубтилин Г10Х Цитороземин ПХ. Охарактеризуйте их.
3. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
4. Особенности получения целлюлолитических ферментных препаратов.
5. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

Вариант 13

1. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Протосубтилин Г10Х; Целловиридин Г20Х. Охарактеризуйте их.
2. Какая из перечисленных технологических операций позволяет разделить ферменты по молекулярной массе: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гельхроматография.
3. Укажите, какие компоненты можно использовать для приготовления питательной среды при глубинном культивировании продуцентов ферментов: 1) пшеничные отрубы 2) крахмал 3) кукурузный экстракт 4) минеральные соли 5) свекловичный жом 6) кукурузная мука 7) меласса .
4. Какая из перечисленных технологических стадий не требуется при выделении ферментов из вытяжки поверхностной культуры гриба, но необходима при выделении из культуральной жидкости: 1) осветление 2) охлаждение 3) осаждение 4) концентрирование.
5. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

Вариант 14

1. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Целловиридин Г20Х; МЭК ПП-1; Охарактеризуйте их.
2. Укажите, какие технологические операции и в какой последовательности необходимо выполнить для получения ферментного препарата с индексом Г10х: 1) экстракция 2) фильтрование 3) осветление 4) упаривание 5) охлаждение 6) осаждение 7) отстаивание 8) сепарирование 9) сушка.
3. Какой из перечисленных методов эффективен для удаления низкомолекулярных соединений и ферментных растворов: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гельхроматография.
4. Приведите примеры биологических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.
5. К какому классу ферментов относится альфа-амилаза? В чем заключается механизм ее действия?

Вариант 15

1. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Цитороземин ПХ и П10Х; Ксилоглюконофоеитидин П10Х; Охарактеризуйте их.
2. От каких параметров зависит эффективность осаждения ферментов из культуральной жидкости органическими растворителями? С какой целью этиловый спирт перед добавлением к водному экстракту фермента охлаждают?

3. Распределить операции в последовательности, необходимой для получения ферментного препарата с индексом Целловиридин П10х: 1) фильтрация 2) дезинтеграция 3) осаждение 4) экстракция 5) осветление 6) промывка осадка 7) сушка 8) упаривание.
4. При реализации какого из перечисленных методов наблюдается потеря растворимости белковых молекул, что и используется при выделении и очистке ферментов: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гель-хроматография
5. Укажите, какие из перечисленных технологических операций являются завершающими в технологии ферментных препаратов: 1) сепарирование 2) сушка 3) промывка осадка 4) охлаждение 5) стандартизация 6) смешение.

Вариант 16.

1. Традиционными **стимуляторами синтеза липаз** являются (нужное подчеркнуть)- Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, соевое масло, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, соевый шрот.
2. При получении амилалитических ферментов путем глубинного культивирования очень важно установить время окончания процесса . Почему ? . Дайте объяснение.
3. Из перечисленных технологических операций в производстве ферментов назовите следующую за высаливанием: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гель-хроматография.
4. Какой из нижеперечисленных органических растворителей не следует использовать в технологии производства очищенных ферментных препаратов для пищевых производств: 1) ацетон 2) изопропанол 3) этанол 4) метанол .
5. Какой из нижеперечисленных реагентов чаще всего применяется на практике для выделения ферментов из культуральной жидкости, экстракта: 1) сульфат аммония 2) метанол 3) этанол 4) хлорид натрия 5) изопропанол 6) сульфат цинка.

Вариант 17.

1. Традиционными **стимуляторами синтеза целлюлолитических ферментов** являются (нужное подчеркнуть)- Целлюлоза, лактоза, свекловичный жом, соевое масло, растительные гидролизаты, зерновые отруби, дрожжевой экстракт, соевый шрот.
2. При получении амилалитических ферментов путем глубинного культивирования очень важно установить время окончания процесса . Почему ? . Дайте объяснение.
3. Из перечисленных технологических операций в производстве ферментов назовите следующую за высаливанием: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гель-хроматография.
4. Какой из нижеперечисленных органических растворителей следует использовать в технологии производства очищенных ферментных препаратов для пищевых производств: 1) ацетон 2) изопропанол 3) этанол 4) метанол .
5. Укажите, к какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции переноса атомных группировок от одного соединения к другому: 1) оксидоредуктазы 2) трансферазы 3) гидролазы 4) лиазы 5) изомеразы 6) лигазы.

Вариант 18.

1. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
2. Особенности получения целлюлолитических ферментов.
3. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.
4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): К какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции гидролитического расщепления сложных органических соединений: 1) оксидоредуктазы 2) трансферазы 3) гидролазы 4) лиазы 5) изомеразы 6) лигазы.

5. Расшифруйте: Амилооризин Г10Х, папаин, КОЕ.

Вариант 19.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих гемицеллюлазы.
2. Особенности получения липолитических ферментов.
3. Приведите примеры механических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.
4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): Укажите, к какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции окисления и восстановления: 1) лиазы 2) лигазы 3) гидролазы 4) оксидоредуктазы 5) трансферазы 6) изомеразы.
5. Расшифруйте: Протооризин Г10Х, Ксилан, 300 ед.МКЦ/мл, бромелин.

Вариант 20.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих лигниназы.
2. Особенности получения ренниноподобных протеиназ при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Назовите ферментные препараты, применяемые при получении амилалитических ферментных препаратов.
4. Отметьте верное утверждение (подчеркните): К какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции переноса атомных группировок от одного соединения к другому:
1) оксидоредуктазы 2) трансферазы 3) гидролазы 4) лиазы 5) изомеразы 6) лигазы
5. Особенности технологии ферментных препаратов, выделяемых из растительного сырья.

Вариант 21.

1. Области применения ферментных препаратов, содержащих целлюлазы.
2. Особенности технологии щелочной протеиназы при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Назовите ферментные препараты, применяемые в пивоваренной промышленности
4. Укажите, какая часть в наименовании ферментного препарата Пектофоедин Г3х указывает на его основной фермент: 1) ин 2) пект 3) фоедин 4) Г 5) 3х
5. Особенности технологии ферментных препаратов, выделяемых из животного сырья.

Вариант 22.

1. Какие ферментные препараты применяются в кожевенной промышленности?
2. Особенности технологии нейтральной протеиназы при периодическом глубинном культивировании микроорганизмов.
3. Укажите место локализации экзоферментов при ферментации их продуцента: 1) внутри клеток 2) в культуральной жидкости 3) в биомассе
4. Какая часть в названии ферментного препарата Амилооризин П10х указывает на способ ферментации его.
5. Способы стандартизации ферментных препаратов.

Вариант 23.

1. Как определяют количество фермента в исследуемом образце? Какая величина принимается за единицу активности фермента?

2. Укажите, какая часть в названии ферментного препарата Амилоризин П10х указывает вид продуцента: 1) ин 2) 10х 3) амил 4) ориз 5) П .
3. Какие ферментные препараты применяют при производстве синтетических моющих средств?
4. К какому классу ферментов относится амилаза? В чем заключается механизм ее действия?
5. В производстве пива в России применяется отечественный препарат: Амилосубтилин Г10Х. Охарактеризуйте его.

Вариант 24.

1. Какие параметры технологического процесса влияют на уровень накопления ферментов при твердофазном культивировании микроскопических грибов?
2. Укажите, какая часть в названии ферментного препарата Амилоризин П10х указывает на степень очистки: 1) ин 2) 10х 3) амил 4) ориз 5) П 10.
3. Назовите группу микроорганизмов, которые используют при твердофазной ферментации в технологии производства ферментов: 1) актиномицеты 2) бактерии 3) грибы 4) дрожжи.
4. Укажите тип посевного материала, используемый для засева питательных сред при глубокой ферментации продуцентов-ферментов: 1) спорный 2) поверхностная культура 3) вегетативный.
5. В производстве пива в России применяется отечественный препарат: Ксилотрикановоидин П10Х; Охарактеризуйте его.

Вариант 25.

1. Почему необходимо получать ферментные препараты различной степени очистки?
2. Какую влажность должна иметь питательная среда при твердофазном культивировании продуцентов ферментов: 1) 45...50 % 2) 68...72 % 3) 58...63 %
3. Какие функции выполняет воздух, подаваемый на аэрацию при твердофазном культивировании: 1) снабжение кислородом 2) отвод тепла 3) перемешивание 4) отвод CO₂ 5) перекачивание.
4. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
5. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилосубтилин Г10Х и; Целловиридин Г20Х; Охарактеризуйте их.

Вариант 26.

1. На чем основан способ выделения ферментов методом осаждения? Какие реагенты используют в качестве осадителей ферментов?
2. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилосубтилин Г20Х; Амилоризин ПХ и П10Х. Охарактеризуйте их.
3. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
4. Особенности получения целлюлолитических ферментов.
5. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

Вариант 27.

1. Сравните методы концентрирования и очистки, применяемые для выделения ферментов при глубинном и твердофазном культивировании.
2. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилосубтилин Г10Х Цитороземин ПХ. Охарактеризуйте их.
3. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
4. Особенности получения целлюлолитических ферментных препаратов.
5. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

Вариант 28.

1. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Протосубтилин Г10Х; Целловиридин Г20Х. Охарактеризуйте их.
2. Какая из перечисленных технологических операций позволяет разделить ферменты по молекулярной массе: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гельхроматография.
3. Укажите, какие компоненты можно использовать для приготовления питательной среды при глубинном культивировании продуцентов ферментов: 1) пшеничные отрубы 2) крахмал 3) кукурузный экстракт 4) минеральные соли 5) свекловичный жом 6) кукурузная мука 7) меласса .
4. Какая из перечисленных технологических стадий не требуется при выделении ферментов из вытяжки поверхностной культуры гриба, но необходима при выделении из культуральной жидкости: 1) осветление 2) охлаждение 3) осаждение 4) концентрирование.
5. Приведите примеры химических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.

Вариант 29

1. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Целловиридин Г20Х; МЭК ПП-1; Охарактеризуйте их.
2. Укажите, какие технологические операции и в какой последовательности необходимо выполнить для получения ферментного препарата с индексом Г10х: 1) экстракция 2) фильтрование 3) осветление 4) упаривание 5) охлаждение 6) осаждение 7) отстаивание 8) сепарирование 9) сушка.
3. Какой из перечисленных методов эффективен для удаления низкомолекулярных соединений и ферментных растворов: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гель-хроматография.
4. Приведите примеры биологических методов предобработки целлюлозосодержащих материалов.
5. К какому классу ферментов относится альфа-амилаза? В чем заключается механизм ее действия?

Вариант 30

1. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Цитороземин ПХ и П10Х; Ксилоглюконофоегидин П10Х; Охарактеризуйте их.
2. От каких параметров зависит эффективность осаждения ферментов из культуральной жидкости органическими растворителями? С какой целью этиловый спирт перед добавлением к водному экстракту фермента охлаждают?
3. Распределить операции в последовательности, необходимой для получения ферментного препарата с индексом Целловиридин П10х: 1) фильтрация 2) дезинтеграция 3) осаждение 4) экстракция 5) осветление 6) промывка осадка 7) сушка 8) упаривание.
4. При реализации какого из перечисленных методов наблюдается потеря растворимости белковых молекул, что и используется при выделении и очистке ферментов: 1) электрофорез 2) ультрафильтрация 3) диализ 4) осаждение органическими растворителями 5) адсорбция 6) гельхроматография
5. Укажите, какие из перечисленных технологических операций являются завершающими в технологии ферментных препаратов: 1) сепарирование 2) сушка 3) промывка осадка 4) охлаждение 5) стандартизация 6) смешение.

Темы индивидуальных выступлений

Выступление оценивается в 10 баллов

1. Технология получения панкреатина.
2. Получение препаратов сычужного реннина.
3. Производство глюкоамилазы.
4. Принципиальная технологическая схема получения декстраназ.
5. Протеолитические ферменты. Источники получения.
6. Получение микробных протеиназ.
7. Производство щелочной протеазы.
8. Производство протосубтилина (нейтральной протеазы).
9. Источники пектолитических ферментов.
10. Получение препаратов из глубинных аэробных и анаэробных культур.
11. Целлюлолитические ферменты.
12. Производство целлобиазы.
13. Механические и химические методы предобработки целлюлозосодержащих материалов, используемых для получения ферментных препаратов.
14. Получение препаратов целлюлаз из глубинных культур.
15. Биологические методы предобработки целлюлозосодержащих материалов, используемых для получения ферментных препаратов.
16. Получение препаратов целлюлаз из поверхностных культур.
17. Грибные амилазы.
18. Бактериальные амилазы.
19. Механизм действия и свойства гемицеллюлаз.
20. Получение гемицеллюлазных препаратов из поверхностных культур. Получение препаратов гемицеллюлаз из глубинных культур.
21. Источники ферментов, деградирующих лигнин.
22. Источники получения липаз.
23. Микробные липазы.
24. Животные липазы.
25. Получение препаратов липолитических ферментов.
26. Механизм действия и свойства глюкозооксидазы.
27. Получение препаратов из глубинных культур.
28. Механизм действия и свойства каталазы.

29. Совместное получение препаратов глюкозооксидазы и каталазы.
30. Производство препаратов глюкоизомеразы.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2-й семестр – экзамен).

Экзаменационный 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. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов.
2. Ферментные препараты. Характеристика активности ферментных препаратов. Стандартная единица активности. Активность условного препарата.
3. Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов.
4. Особенности хранения исходных штаммов-продуцентов. Подготовка посевного материала для поверхностного и глубинного культивирования.
5. Особенности стерилизации жидких и сыпучих питательных сред при производстве ферментных препаратов.
6. Микрокапсулирование и микрогранулирование ферментных препаратов.
7. Принципиальная схема получения ферментных препаратов.
8. Технологическая схема получения очищенных ферментных препаратов.
9. Экстрагирование ферментов из поверхностных культур.
10. Методы концентрирования ферментных растворов, разделения и очистки ферментов, осаждение органическими растворителями, высококонцентрированными растворами солей (высаливание), органическими полимерами и другими веществами.
11. Избирательная денатурация.
12. Способы стандартизации ферментных препаратов.
13. Технологические особенности получения препаратов с определенным составом ферментов.
14. Микробиологический и биохимический контроль производства.
15. Химические методы иммобилизации.
16. Физические методы иммобилизации.
17. Основы технологии иммобилизации ферментов в условиях промышленного производства. Носители. Сшивающие агенты.
18. Ферментные препараты из растительного сырья.
19. Получение ферментных препаратов из органов и тканей животных.
20. Получение протеолитических ферментов из животного сырья. Технология получения панкреатина.
21. Механизм действия и свойства реннина.
22. Получение препаратов сычужного реннина. Получение заменителей сычужного фермента из поверхностных и глубинных культур.
23. Амилолитические ферменты. Источники получения, механизм действия и свойства амилаз.
24. Производство глюкоамилазы. Применение амилолитических препаратов.
25. Получение препаратов амилаз из поверхностных культур. Принципиальная технологическая схема получения декстраназ.
26. Протеолитические ферменты. Источники получения. Механизм действия и свойства.
27. Получение микробных протеиназ.
28. Производство щелочной протеазы. Механизм действия и свойства щелочной протеазы. Производство протосубтилина (нейтральной протеазы).

29. Источники пектолитических ферментов. Механизм действия и свойства пектиназ. Получение препаратов из глубинных аэробных и анаэробных культур.

30. Целлюлолитические ферменты. Источники получения и механизм действия целлюлаз. 31. Производство целлобиазы. Механические и химические методы предобработки целлюлозосодержащих материалов, используемых для получения ферментных препаратов.

32. Получение препаратов целлюлаз из глубинных культур. Биологические методы предобработки целлюлозосодержащих материалов, используемых для получения ферментных препаратов.

33. Получение препаратов целлюлаз из поверхностных культур.

34. Механизм действия и свойства гемицеллюлаз. Получение гемицеллюлазных препаратов из поверхностных культур.

35. Получение препаратов гемицеллюлаз из глубинных культур.

36. Источники ферментов, деградирующих лигнин. Механизм действия и свойства лигниназы.

37. Источники получения липаз. Механизм действия и свойства. Особенности состава питательной среды при глубинном культивировании.

38. Получение препаратов липолитических ферментов.

39. Механизм действия и свойства глюкооксидазы. Получение препаратов из глубинных культур.

40. Механизм действия и свойства каталазы. Совместное получение препаратов глюкооксидазы и каталазы.

41. Производство препаратов глюкоизомеразы. Источники получения, механизм действия.

42. Современное состояние производства ферментных препаратов в России и за рубежом.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов, Экзаменационный билет содержит три вопроса.

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

8.3. Структура и пример билетов для экзамена (2-й семестр)

Экзамен по дисциплине «*Технология ферментных препаратов*» проводится во 2-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

<i>«Утверждаю»</i> Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__»_____20__г	<i>Министерство науки и высшего образования РФ</i>
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	19.04.01 Биотехнология
	«Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Технология ферментных препаратов»

Билет № 1

1. Имобилизованные ферменты. Химические методы иммобилизации.
2. Технологические особенности получения препаратов с определенным составом ферментов. Производство амилалитических ферментов.
3. Очистка ферментных растворов. Диализ. Электродиализ.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. Технология ферментных препаратов.-М.:Элевар, 2000, 512с.
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: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

1. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств: Учеб. пособие - Москва: Де Ли Принт, 2010. - 135 с.
2. 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: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2016. - 180 с.
3. Биотехнология [Текст] : В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.7: Имобилизованные ферменты / И. В. Березин [и др.], 1987. - 159 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:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 160);
2. банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
4. банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 55).

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 «*Технология ферментных препаратов*» 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)
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 модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Организация современного микробиологического производства	<i>Знает:</i> классификацию и номенклатуру ферментных препаратов; типовые технологические схемы	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за экзамен

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
ферментных препаратов. Имобилизованные ферменты. Ферментные препараты на основе растительного и животного сырья	производства ферментных препаратов. промышленные ферментные препараты, выделяемые из источников растительного, животного и микробного происхождения. <i>Умеет:</i> предлагать технологическую схему для получения ферментного препарата требуемого качества и назначения; <i>Владеет:</i> методами определения активности ферментов различных классов.	
Микробиологическое производство амилолитических, протеолитических ферментов и их препаратов на их основе	<i>Знает:</i> классификацию и номенклатуру ферментных препаратов; типовые технологические схемы производства ферментных препаратов. промышленные ферментные препараты, выделяемые из источников растительного, животного и микробного происхождения. <i>Умеет:</i> предлагать технологическую схему для получения ферментного препарата требуемого качества и назначения; <i>Владеет:</i> методами определения активности ферментов различных классов.	контрольную работу №2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)
Микробиологическое производство ферментных препаратов различных классов	<i>Знает:</i> классификацию и номенклатуру ферментных препаратов; типовые технологические схемы производства ферментных препаратов. промышленные ферментные препараты, выделяемые из источников растительного, животного и микробного происхождения. <i>Умеет:</i> предлагать технологическую схему для получения ферментного препарата требуемого качества и назначения; <i>Владеет:</i> методами определения активности ферментов различных классов.	Оценка за контрольную работу №3 (2-ой семестр) Оценка за выступление Оценка за экзамен (2-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 оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Технология ферментных препаратов»

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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
«Экобиотехнология»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:
д.т.н., доцентом кафедры биотехнологии А.Е. Кузнецовым

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 «**Экобиотехнология**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, молекулярной генетики и общей биотехнологии.

Цель дисциплины – приобретение знаний, необходимых выпускнику магистратуры по направлению «Биотехнология» при проведении научных исследований, решении задач прикладного применения методов и технологий, выполнении инженерно-технологических расчетов, проектировании технологических схем в рассматриваемой области.

Задачи дисциплины:

- изучение содержательных основ, понятийного аппарата и методологической базы экобиотехнологии;
- ознакомление с фундаментальными, инженерно-технологическими и экологическими основами и прикладными сферами использования экобиотехнологии, абиотическими и биотическими процессами в природных средах, с современными представлениями о способах их контроля и управления ими;
- изучение промышленных методов и технологий, используемых для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры;
- освоение методов составления, анализа, расчета и конструирования экобиотехнологических систем для получения биологических препаратов и их использования в природных средах, переработки отходов, обезвреживания стоков и выбросов, решения других задач охраны окружающей среды специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами.

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

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
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. Объекты профессиональной деятельности:	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные	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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования Европейской рамки

	– 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.	организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии. ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на	высшего образования (QF-EHEA), с седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</i> Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.

			водные, почвенные экосистемы, атмосферу. ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	<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. В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный</i>

				приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н. Обобщенная трудовая функция: А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий. А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.
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 микробиологическ	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – создание технологий получения новых видов продукции с использованием микробиологического	ПК-7. Способен провести основные технологические расчеты и спроектировать опытно-промышленные и промышленные установки и биотехнологический процесс	ПК-7.1. Знает основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства; ПК-7.2. Умеет: – провести технологический расчет базового оборудования, выбрать стандартное и нестандартное оборудование; – составить и обосновать технологические схемы биотехнологических производств, выбрать и скомпоновать технологическое оборудование, контрольно-измерительные средства, методы автоматического контроля и управления;	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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня магистра,

ие методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – реализация и 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	ПК-8. Способен разработать проектную документацию	ПК-7.3. Владеет: – навыками выбора, анализа и оценивания исходных данных для расчета и проектирования оборудования и технологического процесса; – типовыми и инновационными методами инженерных и технологических расчетов (био)технологических процессов и оборудования; – расчетами материальных и энергетических балансов, норм расхода сырья, материалов, энергии, полупродуктов и целевых продуктов; – построения технологий биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, выделения и очистки продуктов в биотехнологических производствах, контроля и управления биотехнологическими процессами; – навыками моделирования и оптимизации процессов и аппаратов биотехнологического производства. ПК-8.1. Умеет работать с чертежами технологических схем, стандартами, техническими условиями и другой технической	седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. В. Управление действующими технологическими процессами и производством. В/02.6 – Обеспечение функционирования системы

	производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для использования 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	ПК-9. Способен оценить эколого-экономическую эффективность используемых технологий, экологический ущерб и обеспечить качество окружающей среды, санитарно-гигиеническую и экологическую безопасность производства в соответствии с нормативными требованиями	документацией для ведения расчетно-проектной деятельности; ПК-8.2. Владеет базовыми навыками подготовки технической документации, разработки технологических регламентов, сертификатов на продукцию, технические средства, системы, процессы, оборудование и материалы, составления технико-экономического обоснования проекта в соответствии со стандартами; ПК-9.1. Знает основы организации малоотходного биотехнологического производства, решения вопросов энерго- и ресурсосбережения, экономические и экологические критерии оптимизации производства, системы оценки экологической эффективности, экологической, санитарно-гигиенической оценки биотехнологического производства и биотехнологической продукции, законодательных и эколого-экономических механизмов реализации природоохранных технологий;	управления качеством продуктов биотехнологии. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ. <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/03.6 – Производство биотехнических систем.

	международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.		ПК-9.2. Владеет типовыми методами экологической, санитарно-гигиенической оценки биотехнологического производства, его воздействия на окружающую среду на основе системы менеджмента качества окружающей среды в соответствии с требованиями отечественных и международных стандартов, оценки риска, инженерно-технологического обеспечения экологической безопасности биотехнологических производств, расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и эколого-экономического эффекта; ПК-9.3. Владеет навыками организации и осуществления мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, обеспечению экологической безопасности биотехнологических производств, мониторингу и защите окружающей среды.	В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем. <i>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.</i> 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.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- содержательные основы, понятийный аппарат и методологическую базу экобиотехнологии;
- особенности техногенных и природных сред — объектов экобиотехнологии (загрязнения, отходы, водные и почвенные загрязненные среды);
- особенности приоритетных загрязнений, их переноса и трансформации в экосистемах; нормативные требования к обеспечению качества окружающей среды и экологической безопасности техногенных потоков;
- абиотические и биотические процессы в природных средах, современные представления о способах их контроля и управления ими;
- особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии;
- важнейшие промышленные сооружения — объекты экологической биотехнологии;
- методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений;
- принципиальные схемы (эко)биотехнологических производств;
- методы контроля и управления экобиотехнологическими процессами;
- принципы организации малоотходного, экологически чистого биотехнологического производства, решения вопросов энерго- и ресурсосбережения с использованием биотехнологии.

Уметь:

- составлять, анализировать, рассчитывать и конструировать основное оборудование и экобиотехнологические системы для их использования в природных и техногенных средах, переработки отходов, обезвреживания стоков и выбросов;
- решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами.

Владеть:

- промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры;
- методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов;
- методами расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и эколого-экономического эффекта.

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:	3,78	136	102
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Самостоятельная работа	0,22	8	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,22	8	6
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг	Практическ ие занятия	в т.ч. в форме пр. подг	Лаборато рные работы	в т.ч. в форме пр. подг	Самостоя тельная работа
	Введение	4	0	2	0	2	0	0	0	0
1	Раздел 1. Основные особенности функционирования природных экосистем, биоценозов в природных средах	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
2	Раздел 2. Антропогенные факторы загрязнения и их воздействие на экосистемы	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
3	Раздел 3. Биотрансформация, биодеструкция и биодоступность органических ксенобиотиков и неорганических загрязнений	13	0	6	0	6	0	0	0	1
4	Раздел 4. Водные природные среды	9	0	4	0	4	0	0	0	1
5	Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод	33	0	16	0	16	0	0	0	1
6	Раздел 6. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов	4,5	0	2	0	2	00	0	0	0,5

7	Раздел 7. Микробиологическая переработка органических отходов	20,5	0	10	0	10		0	0	0,5
8	Раздел 8. Биоконверсия в биотопливо	9	0	4	0	4	0	0	0	1
9	Раздел 9. Вермикультивирование и вермикомпостирование	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
10	Раздел 10. Почвенные среды и экосистемы болот	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
11	Раздел 11. Биоремедиация почв	12,5	0	6	0	6	0	0	0	0,5
12	Раздел 12. Технологические основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
	ИТОГО	144	0	68	0	68	0	0	0	8
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Задачи и содержание дисциплины. Связь со специальными и общетехническими дисциплинами и курсовым проектированием. Основные отличия экобиотехнологических методов от биотехнологических. Основные различия в функционировании биоценозов промышленных и природных экосистем.

Раздел 1. Основные особенности функционирования природных экосистем, биоценозов в природных средах.

Экосистемы, биотопы, биоценозы. Основные особенности структуры и функционирования биотических сообществ. Различия биоценозов промышленных и природных экосистем. Особенности развития, переноса вещества и энергии, динамики роста и численности популяций, адаптации к неблагоприятным условиям микробных ценозов в природных средах. Самоочищающая способность природных экосистем. Биогеохимические циклы и их роль в переносе загрязнений.

Раздел 2. Антропогенные факторы загрязнения и их воздействие на экосистемы.

Основные факторы загрязнения окружающей среды и их источники. Ксенобиотики, основные источники их поступления в природные среды. Биологические агенты как факторы загрязнения природных сред.

Раздел 3. Биотрансформация, биодеструкция и биодоступность органических ксенобиотиков и неорганических загрязнений.

Понятие биотрансформации, биодеструкции и биодоступности. Основные биохимические пути микробиологической трансформации органических ксенобиотиков. Микроорганизмы – деструкторы. Генетические основы создания рекомбинантных микроорганизмов – деструкторов органических ксенобиотиков. Факторы окружающей среды и биодоступность ксенобиотиков. Особенности динамики роста микроорганизмов-биодеструкторов и биологического разложения ксенобиотиков. Особенности микробиологической трансформации отдельных классов органических ксенобиотиков. Биотрансформация ксенобиотиков водорослями и растениями.

Биотрансформация соединений азота. Биотрансформация соединений серы. Биотрансформация металлов. Транслокационная миграция тяжелых металлов и радионуклидов в растения. Накопление загрязнений гидробионтами.

Раздел 4. Водные природные среды.

Поверхностные и подземные водные среды. Лимитирующие абиотические факторы и процессы. Взвешенное, растворенное, органическое вещество водных сред. Илы и донные осадки.

Биота природных водных сред. Классификация. Роль водорослей, цианобактерий, бактерий, простейших, макрофитов, зоопланктона, позвоночных в биогенном переносе и трансформации веществ в природных водоемах.

Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод.

Общая характеристика сточных вод; требования к их очистке. Общие показатели загрязненности сточных вод. Классификация методов биологической очистки. Общие принципы очистки сточных вод и организации очистных сооружений. Основные показатели биологической очистки сточных вод. Характеристика биоценозов очистных сооружений. Основные технологические схемы биологической очистки и конструкции очистных сооружений.

Организация процесса аэробной биологической очистки. Условия работы аэробной биологической очистки. Системы и конструкции сооружений аэробной биологической очистки. Проблемы вспухания и пенообразования и методы борьбы с этими явлениями.

Организация процесса анаэробной биологической очистки. Условия работы анаэробной биологической очистки. Метаногенерация. Системы и конструкции сооружений анаэробной биологической очистки.

Удаление азота из сточных вод.

Переработка и утилизация активного ила очистных сооружений.

Раздел 6. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов.

Биологические основы очистки и дезодорации газов. Классификация методов биодезодорации, аппаратурные и технологические решения.

Раздел 7. Микробиологическая переработка органических отходов.

Характеристика растительных и других углеводосодержащих отходов. Переработка растительного сырья и углеводсодержащих отходов в белок одноклеточных организмов. Основы промышленной технологии. Переработка молочной сыворотки и зеленого сока растений в кормовой белок. Обеспечение качества продукции. Принципы организации малоотходного биотехнологического производства.

Силосование. Компостирование.

Раздел 8. Биоконверсия в биотопливо.

Биоконверсия растительного сырья в тепловую энергию и биотопливо. Виды биотоплива: биодизель, биоэтанол, биобутанол, биометан. Основы промышленного получения. Преимущества и недостатки по сравнению с традиционным топливом на основе углеводородов нефти.

Раздел 9. Вермикультивирование и вермикомпостирование.

Биологические основы. Классификация методов вермикультивирования и вермикомпостирования, аппаратурные и технологические решения.

Раздел 10. Почвенные среды и экосистемы болот.

Формирование почвы и почвенные горизонты. Механические, физико-химические и водно-физические свойства почв. Минеральный состав и органическое вещество почв. Гумус и его компоненты. Почвенный воздух.

Биотические факторы и процессы в почвенных средах. Почвенная микрофлора и микрофауна. Роль растений, микроорганизмов, простейших, мезофауны, макрофауны в трансформации почвенного вещества.

Верховые и низинные болота. Торф и торфообразование. Лимитирующие экологические факторы в трансформации вещества в болотных экосистемах.

Раздел 11. Биоремедиация почв.

Основные современные подходы к методам и технологиям биологической очистки почв и инженерные решения. Биоремедиация «*in situ*», «*on site*», «*off site*». Биологическое удаление тяжелых металлов и радионуклидов. Фиторемедиация. Особенности очистки донных илов и осадков. Выбор метода ремедиации с учетом экономических критериев. Коммерческие биопрепараты для очистки почв. Очистка почв от нефти и нефтепродуктов. Биологическая очистка природных водоемов. Биопруды и гидрботанические площадки.

Раздел 12. Технологические основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред.

Этапы внедрения биопрепарата в производство. Перечень и характеристика основных стадий технологического процесса современного производства биопрепаратов для охраны окружающей среды и повышения плодородия почв. Особенности организации стадии ферментации и стадий выделения биомассы микроорганизмов. Биопрепараты и особенности очистки природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Знать:												
1	- содержательные основы, понятийный аппарат и методологическую базу экобиотехнологии	+											
2	- особенности техногенных и природных сред — объектов экобиотехнологии (загрязнения, отходы, водные и почвенные загрязненные среды)		+			+						+	
3	- особенности приоритетных загрязнений, их переноса и трансформации в экосистемах; нормативные требования к обеспечению качества окружающей среды и экологической безопасности техногенных потоков			+	+							+	
4	- абиотические и биотические процессы в природных средах, современные представления о способах их контроля и управления ими		+			+						+	
5	- особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии						+		+	+	+		+
6	- важнейшие промышленные сооружения — объекты экологической биотехнологии						+	+	+	+			
7	- методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений						+	+	+	+	+		+
8	- принципиальные схемы (эко)биотехнологических производств						+	+	+	+			
9	- методы контроля и управления экобиотехнологическими процессами						+		+	+	+		+

10	- принципы организация малоотходного, экологически чистого биотехнологического производства, решения вопросов энерго- и ресурсосбережения с использованием биотехнологии						+		+				
	Уметь:												
11	- составлять, анализировать, рассчитывать и конструировать основное оборудование и экобиотехнологические системы для их использования в природных и техногенных средах, переработки отходов, обезвреживания стоков и выбросов						+		+				
12	- решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами						+	+	+				
	Владеть:												
13	- промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры						+	+	+	+	+		+
14	- методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	- методами расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и эколого-экономического эффекта			+			+						+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции</i> :														
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК												
16	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии												
		ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.												
		ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.												
17	ПК-7. Способен провести основные технологические расчеты и спроектировать опытно-промышленные и промышленные установки и биотехнологический процесс	ПК-7.1. Знает основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-7.2. Умеет: – провести технологический расчет базового оборудования, выбрать стандартное и нестандартное оборудование; – составить и обосновать технологические схемы биотехнологических производств, выбрать и компоновать технологическое	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		оборудование, контрольно-измерительные средства, методы автоматического контроля и управления;												

		ПК-7.3. Владеет: – навыками выбора, анализа и оценивания исходных данных для расчета и проектирования оборудования и технологического процесса; – типовыми и инновационными методами инженерных и технологических расчетов (био)технологических процессов и оборудования; – расчетами материальных и энергетических балансов, норм расхода сырья, материалов, энергии, полупродуктов и целевых продуктов; – построения технологий биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, выделения и очистки продуктов в биотехнологических производствах, контроля и управления биотехнологическими процессами; – навыками моделирования и оптимизации процессов и аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		биотехнологического производства.													

18	ПК-8. Способен разработать проектную документацию	ПК-8.1. Умеет работать с чертежами технологических схем, стандартами, техническими условиями и другой технической документацией для ведения расчетно-проектной деятельности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-8.2. Владеет базовыми навыками подготовки технической документации, разработки технологических регламентов, сертификатов на продукцию, технические средства, системы, процессы, оборудование и материалы, составления технико-экономического обоснования проекта в соответствии со стандартами;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ПК-9. Способен оценить эколого-экономическую эффективность используемых технологий, экологический ущерб и обеспечить качество окружающей среды,	ПК-9.1. Знает основы организации малоотходного биотехнологического производства, решения вопросов энерго- и ресурсосбережения, экономические и	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	санитарно-гигиеническую экологическую безопасности производства соответствии нормативными требованиями	и в с	экологические критерии оптимизации производства, системы оценки экологической эффективности, экологической, санитарно-гигиенической оценки биотехнологического производства и биотехнологической продукции, законодательных и эколого-экономических механизмов реализации природоохранных технологий;											
			ПК-9.2. Владеет типовыми методами экологической, санитарно-гигиенической оценки биотехнологического производства, его воздействия на окружающую среду на основе системы менеджмента качества окружающей среды в соответствии с требованиями отечественных и международных стандартов, оценки риска,	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		инженерно-технологического обеспечения экологической безопасности биотехнологических производств, расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и эколого-экономического эффекта;												
		ПК-9.3. Владеет навыками организации и осуществления мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, обеспечению экологической безопасности биотехнологических производств, мониторингу и защите окружающей среды.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы практических занятий	Акад. часы
1	1	Роль экобиотехнологии в решении экологических проблем	2
2	1	Особенности развития, переноса вещества и энергии, динамики роста и численности популяций, адаптации к неблагоприятным условиям микробных ценозов в природных средах.	2
3	2	Антропогенные факторы загрязнения и их воздействие на экосистемы.	4
4	3	Микроорганизмы – деструкторы. Генетические основы создания рекомбинантных микроорганизмов – деструкторов органических ксенобиотиков.	3
5	3	Транслокационная миграция тяжелых металлов и радионуклидов в растения.	3
6	4	Роль водорослей, цианобактерий, бактерий, простейших, макрофитов, зоопланктона, позвоночных в биогенном переносе и трансформации веществ в природных водоемах.	4
7	5	Аэробная очистка сточных вод	8
8	5	Анаэробная очистка сточных вод	8
9	6	Аппаратурное оформление процессов очистки газовоздушных выбросов	2
10	7	Принципы организации малоотходного биотехнологического производства.	5
11	7	Силосование. Компостирование.	5
12	8	Виды биотоплива: биодизель, биоэтанол, биобутанол, биометан. Основы промышленного получения.	4
13	9	Классификация методов вермикультивирования и вермикомпостирования, аппаратурные и технологические решения.	4
14	10	Роль растений, микроорганизмов, простейших, мезофауны, макрофауны в трансформации почвенного вещества.	4
15	11	Основные современные подходы к методам и технологиям биологической очистки почв и инженерные решения. Биоремедиация « <i>in situ</i> », « <i>on site</i> », « <i>off site</i> ».2	3
16	11	Выбор метода ремедиации с учетом экономических критериев. Коммерческие биопрепараты для очистки почв.	3
17	12	Перечень и характеристика основных стадий технологического процесса современного производства	2

		биопрепаратов для охраны окружающей среды и повышения плодородия почв.	

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного материала лекций,
- выполнение двух рейтинговых расчетных задач по тематике дисциплины (18 час., перечень расчетных задач представлен в оценочных материалах),
- выполнение домашнего задания на заданную тему или подготовку реферата в свободной форме на заданную тему на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами,
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине,
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примерная тематика расчетных задач

При изучении дисциплины «Экобиотехнология» выполняются 2 расчетные задачи в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. По результатам выполнения задач проводится текущая оценка усвоения материала с максимальной оценкой 15 баллов по каждой задаче. Выполнение расчетных задач направлено на формирование навыков расчета материальных и энергетических балансов при проведении ферментационных процессов микробиологического синтеза и биологической очистки сточных вод, оценки экологического ущерба и эколого-экономического эффекта при сбросе загрязненных сточных вод и тесно увязано с выполнением инженерно-технологических расчетов при выполнении курсового проекта в 3-ем семестре.

Тематика первой расчетной задачи связана с расчетом процесса биологической очистки сточных вод при заданных исходных данных, включающих суточный расход сточных вод, состав сточной воды, природоохранные требования, выход биомассы ила. Необходимо составить и определить:

- суммарную брутто-формулу загрязнений сточных вод;
- ХПК в условиях полной минерализации загрязнений;
- расчетное БПК_{полн};

- материальный баланс процесса очистки;
- нужно ли или нет в сточную воду добавлять источники биогенных элементов, в каком виде и в каком количестве, мг/л;
- нужно ли или нет в сточную воду добавлять титранты для поддержания pH, в каком виде и в каком количестве, мг/л;
- количество избыточного ила, мг/л.

По итогам расчетов необходимо предложить и обосновать принципиальную схему и условия очистки, а также тип основных очистных сооружений.

Тематика второй расчетной задачи связана с расчетом микробиологического процесса переработки отходов при заданных исходных данных, включающих состав отходов, условия переработки, выход продуктов биопереработки. Необходимо составить и определить:

- брутто-формулу субстрата;
- материальный баланс процесса ферментации;
- накопление основного продукта или отхода в процессе ферментации;
- удельный расход кислорода на окисление единицы субстрата;
- удельный расход кислорода на образование единицы биомассы;
- среднюю скорость потребления кислорода в процессе ферментации и необходимый коэффициент массообмена по кислороду для роста, нелимитированного кислородом (для аэробного процесса);
- минимальную питательную среду, включающую источники азота и фосфора;
- титрующий реагент и его расход;
- ХПК сбрасываемой культуральной жидкости после отделения биомассы микроорганизмов.

По итогам расчетов необходимо предложить и обосновать систему аэрации (для аэробных процессов) и перемешивания ферментационной среды, обеспечивающего нелимитированный рост, и сделать вывод о требуемой системе очистки сточных вод (культуральной жидкости после ферментации).

Пример расчетной задачи № 1.

ЗАДАНИЕ 1-1

Сточная вода содержит 1500 мг/л глюкозы, 200 мг/л жиров (в пересчете на олеиновую кислоту) и 300 мг/л оседаемой минеральной взвеси со средним размером частиц 0,5 мм. Составить и определить:

- суммарную брутто-формулу загрязнений сточных вод ($C_aH_bO_cN_dP_e$, минеральные взвеси в брутто-формуле не учитывать);
- ХПК в условиях полной минерализации загрязнений;
- расчетное БПК_{полн};
- материальный баланс процесса очистки;
- нужно ли или нет в сточную воду добавлять источники биогенных элементов, в каком виде и в каком количестве, мг/л (обосновать выбор солей);
- нужно ли или нет в сточную воду добавлять титранты для поддержания pH, в каком виде и в каком количестве, мг/л (обосновать выбор титрантов);
- количество избыточного ила, мг/л.

Предложить и обосновать принципиальную схему и условия очистки, а также тип основных очистных сооружений, если средний расход сточной воды составляет 2000 м³/сут.

Количество всех остаточных загрязнений в очищенной воде не должно превышать ПДК, в том числе по ХПК не более 30 мг/л. Выход биомассы активного ила от субстрата рассчитанной брутто-формулы для аэробной очистки принять $Y_{x/s} = 0,4$ г/г; для анаэробной $Y_{x/s} = 0,05$ г/г

Брутто-формулу биомассы активного ила (ориентировочную) и при необходимости остальные требуемые для расчетов коэффициенты взять из литературных данных (см. книгу Прикладная экобиотехнология и/или лекции по курсам).

Пример расчетной задачи № 2.

ЗАДАНИЕ 2-1

Нативная молочная сыворотка с содержанием 4,5% лактозы, 0,8% пищевого белка и 50 мг/л фосфатов перерабатывается в аэробных условиях в кормовой дрожжевой белок с последующим выделением клеток дрожжей из постферментационной среды (культуральной жидкости). Белок дрожжами не потребляется. Составить и определить:

- брутто-формулу субстрата (в брутто-формуле учесть все органические составляющие отхода, включая азот);
- материальный баланс процесса ферментации;
- накопление сухой массы дрожжей в конце ферментации;
- удельный расход кислорода на окисление единицы субстрата;
- удельный расход кислорода на образование единицы биомассы;
- среднюю скорость потребления кислорода в процессе ферментации и необходимый коэффициент массообмена по кислороду для роста, нелимитированного кислородом;
- минимальную питательную среду, включающую источники азота и фосфора;
- титрующий реагент и его расход;
- ХПК сбрасываемой культуральной жидкости после отделения биомассы дрожжей (внеклеточными метаболитами дрожжей, образуемых в ходе биосинтеза, пренебречь).

Ферментация реализуется периодическим способом. Предложить и обосновать систему аэрации ферментационной среды и тип перемешивающего устройства, обеспечивающего нелимитированный кислородом рост.

Выход сухой массы дрожжей от потребленной органической составляющей молочной сыворотки принять $Y_{x/s} = 0,4$ г/г, степень потребления субстрата – 95%, доза посевного материала – 5%.

Брутто-формулу биомассы (ориентировочную) взять из литературных данных. Массой посевного материала в расчетах пренебречь. Время ферментации – 10 час. Нелимитированный кислородом рост наблюдается при 20% от насыщения при заданной температуре культивирования. Температура культивирования 37°C.

Сделать вывод о требуемой системе очистки сточных вод (культуральной жидкости после ферментации).

8.2. Примерная тематика и структура домашнего задания с дополнительным опросом

При изучении дисциплины «Экобиотехнология» студент во 2-м семестре готовит реферат на заданную тематику в свободной форме изложения либо выполняет домашнее задание в виде миниэссе на заданную тему в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу, с последующим устным опросом при оценке преподавателем домашнего задания. Результаты выполнения реферата или домашнего задания оцениваются максимально в 30 баллов.

Примерные тематики рефератов

1. Современные биопрепараты в решении задач охраны окружающей среды
2. БиоПАВ
3. Биотехнологическая переработка биомассы древесины, современные подходы
4. Биоэтанол, биотехнологические пути получения, сырье, технологии, экономика
5. Биобутанол, биотехнологические пути получения, сырье, технологии, экономика
6. Получение биоводорода
7. Органические кислоты, биотехнологические пути получения, сырье, технологии, экономика

8. Биодegradуемые пластики и биотехнологические основы их получения
9. Микроводоросли: продукты и препараты, получаемые с их помощью биотехнологическими методами, перспективы развития и применения альгобиотехнологии
10. Микробный биодизель
11. Биодизель из водорослей

Домашнее задание включает анализ возможных решений проблемы на заданную тему в области охраны окружающей среды биотехнологическими методами с составлением программы мероприятий и оценкой требований к технологиям и к биологическим агентам.

Примерные варианты домашних заданий

Вариант 1

Одной из существенных составляющих загрязнений, попадающих в водоемы в черте г. Москвы, являются нефтепродукты.

Предложите возможные решения для борьбы с данными загрязнениями биологическими методами. Составьте программу мероприятий, оцените требования к технологиям и к биологическим агентам и требуемый удельный объем препаратов на 1 т загрязнений, который нужно наработать для их ликвидации.

Оцените и обоснуйте также:

- оптимальные методы очистки с использованием биологических агентов
- химико-аналитическое обеспечение процесса;
- природоохранные мероприятия;
- технологию применения биологических средств.

Вариант 2

В болотистой местности северной полосы России произошел разрыв нефтепровода, в результате чего в окружающую местность попало около 1 тыс. т. нефти на территории 10 га.

Предложите возможные решения для ликвидации последствий аварии. Составьте программу мероприятий, оцените сроки, требования к биологическим агентам и их объем, который нужно наработать для ликвидации загрязнения.

Оцените и обоснуйте также:

- химико-аналитическое обеспечение процесса;
- природоохранные мероприятия;
- технологию применения биологических средств.

Вариант 3

В результате многолетнего неконтролируемого слива излишков авиационного керосина в окружающую среду прилегающие к аэродрому почвы оказались загрязнены керосином на глубину 10 м, в результате чего колодезные воды, забираемые из близлежащего поселка, оказались загрязнены. Аэродром находится в лесной полосе Европейской части России. Содержание керосина в почве в среднем составляет 10 л/м³.

Предложите возможные решения для ликвидации последствий загрязнения с использованием биологических методов. Составьте программу мероприятий, оцените требования к технологиям, которые можно использовать для ликвидации загрязнения.

Оцените и обоснуйте также:

- химико-аналитическое обеспечение процесса;
- природоохранные мероприятия;
- технологию наработки (если требуется) и применения биологических препаратов.

Вариант 4

В результате многолетней работы завода по изготовлению промышленных конденсаторов и трансформаторов большой мощности в районе г. Серпухов (Московская обл.) почвы на прилегающей территории размером 1000 га оказались загрязнены полихлорированными бифенилами с их средним содержанием 0,1 г/кг почвы.

Предложите возможные решения для ликвидации последствий аварии с использованием биологических методов. Составьте программу мероприятий, оцените требования к биологическим агентам и их объем, который нужно наработать для ликвидации загрязнения.

Оцените и обоснуйте также:

- химико-аналитическое обеспечение процесса;
- природоохранные мероприятия;
- технологию получения, наработки и применения биологических средств.

Вариант 5

В результате многолетнего неконтролируемого слива излишков трихлорэтилена, использованного для промывки комплектующих военной техники, в окружающую среду почвы, прилегающие к территории войсковой части, оказались загрязнены этим растворителем на глубину 20 м, в результате чего колодезные воды, забираемые из близлежащего поселка, оказались загрязнены. Часть находится в лесной полосе Европейской части России. Содержание трихлорэтилена в почве в среднем составляет 3 л/м³.

Предложите возможные решения для ликвидации последствий загрязнения с использованием биологических методов. Составьте программу мероприятий, оцените требования к технологиям, которые можно использовать для ликвидации загрязнения.

Оцените и обоснуйте также:

- химико-аналитическое обеспечение процесса;
- природоохранные мероприятия;
- технологию использования биологических методов.

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-12 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Предмет деятельности экобиотехнологии. Основные объекты и задачи научных и прикладных работ. Основные особенности функционирования биологических объектов в природных средах. Основные отличия в биотехнологических и экобиотехнологических методах культивирования и использования микроорганизмов.

2. Экосистемы, биоценозы, биотопы в крупномасштабных промышленных биологических процессах. Особенности ценозов микроорганизмов. Примеры микробиоценозов, используемых в биотехнологии и в охране окружающей среды. Описание биоценозов.

3. Трофическая структура сообщества и экологические ниши в системах биологической очистки и биоремедиации.

4. Перенос энергии и вещества по пищевым цепям. Продуктивность экосистем в системах биологической очистки и биоремедиации.

5. Экологические сукцессии. Типы сукцессий и их отличия. Тенденции изменения основных характеристик экосистем в ходе сукцессий на примере систем биологической очистки и биоремедиации.

6. Стабильность и устойчивость экосистем. Зона устойчивости. Лимитирующие факторы. Лимитирующие факторы в процессах культивирования микроорганизмов.

7. Биогеохимические циклы в промышленных биотехнологических экосистемах. Роль микроорганизмов в круговоротах веществ и практические задачи их использования в циклах.
8. Природное и антропогенное загрязнение. Основные источники. Пути переноса загрязнений.
9. Приоритетные загрязнения 1-ой группы. Источники, специфика их свойств и воздействия.
10. Приоритетные загрязнения 2-ой и 3-ей группы. Ксенобиотики. Токсиканты и супертоксиканты. Источники, специфика их свойств и воздействия.
11. Биологическое загрязнение и его специфика.
12. Источники, пути переноса и трансформации ксенобиотиков в окружающей среде. Отличия в процессах переноса, биodeградации и биотрансформации органических ксенобиотиков и тяжелых металлов.
13. Основные пути и этапы микробиологической трансформации ксенобиотиков. Закономерности трансформации ксенобиотиков.
14. Основные факторы окружающей среды, влияющие на биодоступность ксенобиотиков.
15. Биохимические механизмы деградации ксенобиотиков. Пути подготовительного метаболизма.
16. Биохимические механизмы деградации ксенобиотиков. Первичное гидроксилирование как первый этап подготовительного метаболизма ксенобиотиков.
17. Биохимические особенности разложения фенолов. Орто- и мета- пути расщепления фенолов.
18. Биохимические механизмы деградации ксенобиотиков. Биodeградация галогенсодержащих ксенобиотиков.
19. Особенности микроорганизмов – деструкторов органических ксенобиотиков. Принципы подбора и конструирования микроорганизмов-деструкторов и особенности их роста в присутствии ксенобиотиков.
20. Экосистемы озер, основные абиотические факторы и процессы, влияющие на состояние и биоту водоемов.
21. Подземные воды, основные абиотические факторы и процессы, влияющие на состояние грунтовых вод.
22. Основные группы гидробионтов и их роль в загрязнении и самоочищении природных водоемов.
23. Водоросли и цианобактерии, их роль в загрязнении и самоочищении природных водоемов. Влияние условий окружающей среды на их численность.
24. Макрофиты водоемов, их роль в загрязнении и самоочищении природных водоемов.
25. Роль бактерий, грибов и дрожжей в загрязнении и самоочищении водных сред. Особенности существования в природных водоемах.
26. Простейшие и макрозоопланктон, их роль в самоочищении природных водоемов.
27. Влияние условий окружающей среды на основные группы гидробионтов.
28. Основные требования к очистке сточных вод и к качеству воды. Основные показатели загрязненности сточных вод и оценки качества воды. ХПК и БПК как интегральные показатели очистки.
29. Организация очистных сооружений в промышленном районе. Основные этапы обработки производственных сточных вод.
30. Принципиальная схема очистных сооружений. Характеристика отдельных стадий очистки.

31. Наиболее распространенные методы очистки сточных вод. Сооружения механической очистки, первичные и вторичные отстойники, другие сооружения для извлечения примесей.
32. Методы биологической очистки сточных вод. Классификация и основные особенности.
33. Сооружения аэробной биоочистки. Их классификация.
34. Сооружения анаэробной биоочистки. Их классификация.
35. Биоценозы очистных сооружений. Роль различных групп организмов в сообществе активного ила.
36. Основные биохимические процессы и условия эффективного функционирования биологической очистки сточных вод в аэробных условиях.
37. Проблема "вспухания" активного ила и пенообразования и методы борьбы с этими явлениями.
38. Сооружения аэробной биоочистки. Технологические схемы, основные конструкции и их сравнительная характеристика.
39. Аэротенки. Основные конструкции, параметры, показатели и условия эффективной работы.
40. Сооружения аэробной биоочистки. Окситенки, аэроакселаторы, окислительные каналы, шахтные аппараты, реакторы со взвешенным слоем. Принципы их работы.
41. Биофильтры. Основные конструкции, параметры, показатели и условия эффективной работы.
42. Сооружения аэробной биоочистки. Биодиски, биобарабаны, биотенки, биосорберы. Принципы их работы.
43. Основные показатели работы сооружений биологической очистки сточных вод. Сравнение различных методов биологической очистки по показателям работы.
44. Влияние условий среды на аэробную биологическую очистку.
45. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Характеристика микробных сообществ и основных биохимических процессов при анаэробной очистке сточных вод и переработке отходов.
46. Сооружения анаэробной биоочистки. Их классификация, основные конструкции и особенности функционирования при очистке.
47. Основные условия эффективного функционирования сооружений анаэробной биологической очистки.
48. Метантенки. Основные режимы, показатели и условия эффективной работы.
49. Современные конструкции анаэробных реакторов для очистки сточных вод. Реакторы с гранулированным илом и с биопленкой.
50. Биологическая дезодорация газов. Биологические и биохимические основы.
51. Основные методы и принципиальные конструкции установок для биологической дезодорации газов.
52. Основные группы отходов, пригодных для биологической переработки.
53. Растительное сырье и основные углеводсодержащие отходы, пригодные для биотехнологической переработки.
54. Биоконверсия возобновляемого сырья и отходов. Особенности сырья для биоконверсии и пути его использования.
55. Принципы и методы переработки растительных и углеводсодержащих отходов в кормовой белок.
56. Основные технологические особенности конверсии растительного сырья в кормовой микробный белок.
57. Особенности проведения твердофазной ферментации для получения БОО.
58. Технология получения белка одноклеточных организмов из возобновляемого сырья и отходов глубинным культивированием.

59. Основные биотехнологические пути переработки молочной сыворотки. Технологии переработки молочной сыворотки в продукт, обогащенный белком одноклеточных организмов.
60. Получение протеиновых концентратов из сока зеленых растений.
61. Принципы организации малоотходного биотехнологического производства.
62. Силосование. Биологические и технологические основы.
63. Силосные добавки для повышения качества силоса.
64. Компостирование. Биологические и технологические основы.
65. Биоконверсия биомассы в топливо. Основные варианты.
66. Особенности биодизеля как биотоплива и методы его получения.
67. Особенности биоэтанола как биотоплива и методы его получения.
68. Особенности биобутанола как биотоплива и методы его получения.
69. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Биологические основы.
70. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Влияние факторов окружения.
71. Основные продукты вермикультивирования и вермикомпостирования и их использование для решения практических задач.
72. Методы вермикультивирования и вермикомпостирования и их классификация.
73. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Технологические основы и особенности.
74. Почва. Формирование почвы и почвенные горизонты.
75. Основные свойства почвы и почвенные процессы. Их значение в процессах ремедиации и биоремедиации.
76. Органическое вещество почвы. Особенности и состав.
77. Роль физических и физико-химических параметров почвенной среды в процессах ремедиации и биоремедиации.
78. Роль почвенной биоты в трансформации почвенной среды.
79. Особенности экосистем болот.
80. Биотехнологические методы ремедиации природных сред и обезвреживания загрязнений. Классификация. Основные задачи и проблемы. Примеры.
81. Роль факторов окружающей среды и особенностей загрязнения в выборе методов биоремедиации.
82. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред методами *in situ*.
83. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред методами *on site* и *off site*.
84. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред, загрязненных «легкими» и летучими органическими ксенобиотиками. Основные технологические принципы организации процесса и решения для очистки и биоремедиации. Примеры.
85. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред, загрязненных «тяжелыми» и малолетучими органическими ксенобиотиками. Основные технологические принципы организации процесса и решения для очистки и биоремедиации. Примеры.
86. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред, загрязненных тяжелыми металлами. Основные технологические принципы организации процесса и решения для очистки и биоремедиации. Примеры.
87. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред, загрязненных растворимыми органическими ксенобиотиками. Основные технологические принципы организации процесса и решения для очистки и биоремедиации. Примеры.
88. Использование растений и водорослей для очистки загрязненных сред. Особенности накопления и трансформации загрязнений растениями и водорослями.
89. Биопруды и гидрботанические площадки в очистке загрязненных вод.

90. Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами. Основные методы, требования к растениям.

91. Фиторемедиация почв, загрязненных органическими ксенобиотиками. Основные методы, требования к растениям.

92. Ремедиация и очистка природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные подходы к их обезвреживанию различными методами.

93. Биопрепараты для очистки природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные этапы получения и использования биопрепаратов – деструкторов нефти и нефтепродуктов.

Максимальное количество баллов за **экзамен** (2-й семестр) – 40 баллов.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «**Экобиотехнология**» проводится во 2-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-12 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3-х 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
	19.04.01 Биотехнология
	«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
Дисциплина «Экобиотехнология»	
Билет № 1	
1. Природное и антропогенное загрязнение. Основные источники. Пути переноса загрязнений.	
2. Сооружения аэробной биоочистки. Окситенки, аэроакселаторы, окислительные каналы, шахтные аппараты, реакторы со взвешенным слоем. Принципы их работы.	
3. Ремедиация и очистка природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные подходы к их обезвреживанию различными методами.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. – М. Мир, 2006 г. – 504 с.

2. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., Лушников С.В. и др. Прикладная экобиотехнология (в 2-х томах). – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – Т.1 - 829 с., Т.2 - 485 с

Б. Дополнительная литература

1. Промышленная микробиология / Под ред. Н.С. Егорова - М.: Высш. шк., 1989.- 688 с.

2. Терентьев, В. И. Биотехнология очистки воды / Терентьев В. И. , Павловец Н. М. - СПб : Проспект Науки, 2018. - ISBN 978-5-906109-82-8. - Текст : электронный // ЭБС

"Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0097.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

3. 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.

4. Никифорова, Л. О. Ингибирование микроорганизмов на сооружениях биологической очистки / Никифорова Л. О. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 113 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-889-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001018896.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:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 21, (общее число слайдов – от 400 до 500);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число заданий – 80);

- перечень тем рефератов (общее число тем – 32);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- перечень вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 93).

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 «*Экобиотехнология*» проводятся в форме лекций, 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. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы и экраны, интерактивная доска, цифровые камеры, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в Интернет. Комплекты презентаций к разделам лекционного курса.

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)
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. Основные особенности функционирования природных экосистем, биоценозов в природных средах	<i>Знает:</i> содержательные основы, понятийный аппарат и методологическую базу экологов <i>Владеет:</i> методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	Оценка за расчётную задачу 1 (2-й семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)
Раздел 2. Антропогенные факторы загрязнения и их воздействие на экосистемы	<i>Знает:</i> особенности техногенных и природных сред — объектов экологов (загрязнения, отходы, водные и почвенные	Оценка за расчётную задачу 1(2-ой семестр) Оценка за экзамен

	загрязненные среды); абиотические и биотические процессы в природных средах, современные представления о способах их контроля и управления ими <i>Владеет</i> ; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	(2-ой семестр)
Раздел 3. Биотрансформация, биодеструкция и биодоступность органических ксенобиотиков и неорганических загрязнений	<i>Знает</i> : особенности приоритетных загрязнений, их переноса и трансформации в экосистемах; нормативные требования к обеспечению качества окружающей среды и экологической безопасности техногенных потоков <i>Владеет</i> : методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов; методами расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и эколого-экономического эффекта	Оценка за расчётную задачу 1(2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)
Раздел 4. Водные природные среды	<i>Знает</i> : особенности приоритетных загрязнений, их переноса и трансформации в экосистемах; нормативные требования к обеспечению качества окружающей среды и экологической безопасности техногенных потоков <i>Владеет</i> : методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных	Оценка за расчётную задачу 1(2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	и энергетических балансов	
Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод	<i>Знает:</i> особенности техногенных и природных сред — объектов эколоботехнологии (загрязнения, отходы, водные и почвенные загрязненные среды); абиотические и биотические процессы в природных средах, современные представления о способах их контроля и управления ими <i>Владеет:</i> методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)
Раздел 6. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов	<i>Знает:</i> особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии; важнейшие промышленные сооружения — объекты экологической биотехнологии; методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений; принципиальные схемы (эко)биотехнологических производств; методы контроля и управления эколоботехнологическими процессами; принципы организация малоотходного, экологически чистого биотехнологического производства, решения вопросов энерго- и ресурсосбережения с использованием биотехнологии <i>Умеет:</i> составлять, анализировать, рассчитывать и конструировать основное оборудование и эколоботехнологические системы для их использования в природных и техногенных	Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	средах, переработки отходов, обезвреживания стоков и выбросов; решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами <i>Владеет;</i> промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов; методами расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и эколого-экономического эффекта	
Раздел 7. Микробиологическая переработка органических отходов	<i>Знает:</i> важнейшие промышленные сооружения — объекты экологической биотехнологии; методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений; принципиальные схемы (эко)биотехнологических производств; методы контроля и управления экобиотехнологическими процессами <i>Умеет:</i> решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств специфическими	Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами <i>Владеет;</i> промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	
Раздел 8. Биоконверсия в биотопливо	<i>Знает:</i> особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии; важнейшие промышленные сооружения — объекты экологической биотехнологии; методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений; принципиальные схемы (эко)биотехнологических производств; методы контроля и управления экобиотехнологическими процессами; принципы организация малоотходного, экологически чистого биотехнологического производства, решения вопросов энерго- и ресурсосбережения с использованием биотехнологии <i>Умеет:</i> составлять, анализировать, рассчитывать и конструировать основное оборудование и экобиотехнологические системы для их использования в	Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	природных и техногенных средах, переработки отходов, обезвреживания стоков и выбросов; решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами <i>Владеет:</i> промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	
Раздел 9. Вермикультивирование и вермикомпостирование	<i>Знает:</i> особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии; важнейшие промышленные сооружения — объекты экологической биотехнологии; методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений; принципиальные схемы (эко)биотехнологических производств; методы контроля и управления экобиотехнологическими процессами <i>Умеет:</i> <i>Владеет;</i> промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки	Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	
Раздел 10. Почвенные среды и экосистемы болот	<i>Знает:</i> особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии; методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений <i>Владеет;</i> промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)
Раздел 11. Биоремедиация почв	<i>Знает:</i> особенности техногенных и природных сред — объектов экобиотехнологии (загрязнения, отходы, водные и почвенные загрязненные среды); особенности приоритетных загрязнений, их переноса и трансформации в экосистемах; нормативные требования к	Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	обеспечению качества окружающей среды и экологической безопасности техногенных потоков; абиотические и биотические процессы в природных средах, современные представления о способах их контроля и управления ими <i>Владеет:</i> методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов	
Раздел 12. Технологические основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред	<i>Знает:</i> особенности использования промышленных микроорганизмов и других объектов экологической биотехнологии; методы переработки возобновляемого сырья, отходов, очистки загрязненных техногенных и природных сред, ликвидации загрязнений; методы контроля и управления экобиотехнологическими процессами <i>Владеет:</i> промышленными методами и технологиями, используемыми для очистки загрязненных природных и техногенных сред: сточных вод, переработки отходов, очистки почв с помощью микроорганизмов, водорослей, растений, вермикультуры; методами инженерных расчетов, проектирования и компоновки основного (эко)биотехнологического оборудования и расчета (эко)биотехнологических процессов, в том числе уметь проводить расчет материальных и энергетических балансов; методами расчета затрат на природоохранную деятельность, экологического ущерба и	Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-й семестр) Оценка за экзамен (2-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 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
«Экобиотехнология»**

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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

«Генная и белковая инженерия»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:
д.т.н., доцентом кафедры биотехнологии А.Е. Кузнецовым

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Генная и белковая инженерия»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и молекулярной генетики.

Цель дисциплины: дать студентам представление о современном состоянии генной инженерии, роли нуклеиновых кислот как генно-инженерных объектов, познакомить с методами генной инженерии.

Задачи дисциплины включают формирование у обучающихся системы знаний о генноинженерных объектах и методов генной инженерии.

Дисциплина **«Генная и белковая инженерия»** 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, геномной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности:	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их	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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования

	– 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.	животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии. ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на	Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</i> Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ. <i>Профессиональный стандарт</i>

			водные, почвенные экосистемы, атмосферу. ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	«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. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н.
		ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной	ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-	

		задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	Обобщенная трудовая функция: А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий. А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- предмет и задачи генной инженерии;
- ферменты, используемые в генной инженерии;
- этапы клонирования ДНК;
- понятие о библиотеке кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей;

Уметь:

- изменять субстратной специфичности рестриктаз в неоптимальных условиях;
- получать крупные рестрикционные фрагменты ДНК;
- проводить экспериментальную оценку качества библиотеки последовательностей;
- осуществлять синтез кДНК. - понятие об искусственных органах и тканях;

Владеть:

- техникой изменения субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов;
- методами случайного мутагенеза;
- скринингом и отбором белков с требуемыми свойствами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,66	24	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,33	12	9
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,33	12	9
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	1,34	48	36
Контактная самостоятельная работа	1,34	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		47,6	35,7
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.	Самостоя тельная работа
1	Введение	2	0	2	0	0	0	0	0	0
2	Раздел 1. Ферменты, используемые в генной инженерии.	14	0	2	0	2	0	0	0	10
3	Раздел 2. Этапы клонирования ДНК.	11	0	2	0	2	0	0	0	7
4	Раздел 3. Библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей.	11	0	2	0	2	0	0	0	7
5	Раздел 4. Введение в белковую инженерию.	16	0	2	0	2	0	0	0	12
6	Раздел 5. Получение генно-инженерных организмов	18	0	2	0	4	0	0	0	12
7	ИТОГО:	72	0	12	0	12	0	0	0	48

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Раздел 1. Ферменты, используемые в генной инженерии. ДНК-метилазы. Использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК. ДНК-лигазы. Механизм легирирования ДНК Т4-ДНК-лигазой. РНК-лигаза бактериофага Т. ДНК-зависимая ДНК-полимераза *E. coli* и фрагмент Кленова. Использование для введения концевой радиоактивной метки, затупления концов ДНК и ник-трансляции. РНК-зависимые ДНК-полимеразы, использование для получения кДНК. Применение полинуклеотидкиназы для введения концевой радиоактивной метки. Терминальная трансфераза. Использование для синтеза коннекторов. Щелочные фосфатазы. Применение для повышения эффективности клонирования. Нуклеазы в генной инженерии. Экзонуклеаза III *E. coli*. Экзонуклеаза фага лямбда. Этапы клонирования ДНК.

Раздел 2. Этапы клонирования ДНК. Понятие вектора и его емкости. Функциональная классификация векторов: экспрессирующие векторы, челночные (бинарные) векторы. Особенности строения плазмидных векторов на примере полифункционального вектора Bluescript. Полилинкер. Селектируемые маркеры. Ген *LacZ* в качестве селектируемого маркера. Векторы на основе фага лямбда. Космиды и фазмиды. Сверхемкие векторы.

Искусственные хромосомы животных и человека. Клонирование фрагментов ДНК по сайтам рестрикции, а также с использованием адаптеров и коннекторов. Векторы для клонирования ДНК без лигирования и прямого клонирования продуктов ПЦР, содержащих 3-выступающие dA-концы.

Рекомбинирование — альтернативный подход к получению рекомбинантных молекул ДНК. Системы регулируемой экспрессии рекомбинантных генов.

Раздел 3. Библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей. Библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей. Экспериментальная оценка качества библиотеки последовательностей. Методы синтеза кДНК. Способы введения ДНК в клетки. Природная и искусственная компетентность бактериальных клеток. Получение библиотек ETS-последовательностей. Методы отбора требуемых последовательностей из клонотек ДНК. Гибридизация с зондами. Использование ПЦР. Повторный скрининг. Субклонирование рекомбинантных ДНК. Бесклеточные белоксинтезирующие системы и их использование в биотехнологии.

Стратегия выделения новых генов и оптимизация их экспрессии. Подходы к анализу больших геномов. Понятие генетической карты. Генетические карты низкого и высокого разрешения. Две стратегии построения: сверху вниз и снизу вверх. Рестрикционные карты и их построение. Гибридизация по Саузерну. ПЦР как инструмент современной генной инженерии. Общая схема ПЦР. Критические компоненты реакции. Особенности конструирования праймеров. Термостабильные ДНК-зависимые ДНК-полимеразы.

Методы ПЦР. ПЦР, сопряженная с обратной транскрипцией. Методы амплификации последовательностей с неизвестной первичной структурой. Исследование экспрессии генов на уровне транскрипции. Нозернблоттинг. Защита мРНК от действия РНКаз. Секвенирование ДНК на биочипах. Анализ регуляторных последовательностей ДНК. Антисмысловые олигонуклеотиды и РНК.

НК как ферменты. Их использование для регуляции экспрессии генов. Механизмы подавления экспрессии генов антисмысловыми олигонуклеотидами и РНК. РНК-интерференция. Пептидо-нуклеиновые кислоты и их использование в биотехнологии. Закрытые НК. Рациональный дизайн и редизайн белковых молекул. Способы направленного введения мутаций в гены. Получение точковых мутаций, делеций и вставок с помощью ПЦР. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов и мегапраймеров.

Раздел 4. Введение в белковую инженерию. Химико-ферментативный синтез пептидов. Направленная эволюция белков. Комбинаторные клонотеки последовательностей нуклеотидов. Методы случайного мутагенеза. Скрининг и отбор белков с требуемыми свойствами. Химические модификации белков. Стабилизация ферментов. Гибридные ферменты. Гибридные токсины. Белки-репортеры. Пептидные аптамеры. Изменение субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов. Белковая инженерия антител. ДНК-вакцины.

Раздел 5. Получение генно-инженерных организмов

Трансгенные животные и способы их получения. Использование эмбриональных стволовых клеток. Клонирование многоклеточных организмов. Животные — биореакторы. Два подхода к клонированию человека: репродуктивное и терапевтическое клонирование. Понятие об искусственных органах и тканях. Проблема биобезопасности при проведении генноинженерных работ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел				
		1	2	3	4	5
	<i>Знать:</i>					
1	предмет и задачи генной инженерии;	+	+		+	+
2	ферменты, используемые в генной инженерии;	+			+	+
3	- этапы клонирования ДНК;		+		+	+
4	- понятие о библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей;		+	+		
	<i>Уметь</i>					
5	изменять субстратной специфичности рестриктаз в неоптимальных условиях;	+			+	+
6	получать крупные рестрикционные фрагменты ДНК;	+	+	+		
7	проводить экспериментальную оценку качества библиотеки последовательностей;		+	+	+	+
8	осуществлять синтез кДНК. - понятие об искусственных органах и тканях;		+	+	+	+
	<i>Владеть</i>					
9	техникой изменения субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов;	+		+	+	+
10	методами случайного мутагенеза;	+	+	+	+	+
11	- скринингом и отбором белков с требуемыми свойствами			+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции:</i>						
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции:</i>						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				

13	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии.	+	+	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; –	+	+	+	+	+

		определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.					
		ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	+	+	+	+	+
14	ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные	ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии	+	+	+	+	+

	инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела	Темы практических занятий	Часы
1	1	Предмет и задачи генной инженерии.	1
2	1	Ферменты, используемые в генной инженерии.	1

3	2	Понятие вектора и его емкости.	0,5
4	2	Понятие библиотеки, ее репрезентативность. Методы синтеза кДНК. Способы введения ДНК в клетки.	0,5
5	2	Функциональная классификация векторов: экспрессирующие векторы, челночные (бинарные) векторы	0,5
6	2	Рекомбинирование — альтернативный подход к получению рекомбинантных молекул ДНК. Системы регулируемой экспрессии рекомбинантных генов.	0,5
7	3	Введение в белковую инженерию. Две стратегии получения новых белков.	2
8	4	Достижения белковой инженерии.	2
9	5	Проблема биобезопасности при поведении генноинженерных работ.	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В ходе изучения дисциплины предусматриваются следующие виды самостоятельных работ:

- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка рефератов;
- подготовка к экзамену 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), реферата (максимальная оценка – 15 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Эндонуклеазы рестрикции.
2. Рестриктазы II и IIS типов — основные инструменты генной инженерии.
3. ДНК-метилазы.
4. ДНК-лигазы РНК-лигаза бактериофага Т.
5. ДНК-зависимая ДНК-полимераза E. coli и фрагмент Кленова.
6. РНК-зависимые ДНК-полимеразы, использование для получения кДНК.
7. Терминальная трансфераза.
8. Щелочные фосфатазы.
9. Экзонуклеаза III E. coli.

10. Экзонуклеаза фага лямбда.
11. Селектируемые маркеры. Искусственные хромосомы животных и человека.
12. ДНК-вакцины.
13. Трансгенные животные и способы их получения.
14. Использование эмбриональных стволовых клеток.
15. Клонирование многоклеточных организмов.
16. Животные — биореакторы.
17. Два подхода к клонированию человека: репродуктивное и терапевтическое клонирование. Понятие об искусственных органах и тканях.

Реферат оценивается в 15 баллов.

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 и составляет по 15 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

1. Охарактеризуйте макромолекулярную структуру ДНК. Перечислите формы спирали ДНК.
2. Как часто происходят ошибки при репликации. Назовите механизмы, обеспечивающие высокую точность репликации. Каким образом клетка может корректировать ошибки после репликации.
3. Опишите основные отличия репликации у прокариот и эукариот.
4. Кроме копирования геномной ДНК ДНК-полимеразы выполняют и другие функции. Какие.
5. Опишите структуру промоторов бактерий и роль сигма-фактора РНК-полимеразы в инициации транскрипции.

Вопрос 1.2.

1. Нарисуйте схему репликативной вилки. Объясните модель полуконсервативного способа репликации ДНК и ее доказательство М. Мезельсоном и Ф. Сталем.
2. ДНК-полимераза не способна начать синтез de novo. Объясните, откуда берется начальный (5'-концевой) участок растущей цепи с 3'-ОН группой. Есть ли исключения среди ДНК-синтезирующих ферментов у человека.
3. Объясните, в чем заключается проблема недорепликации концов линейных хромосомных молекул ДНК и как эта проблема решается в клетке.
4. Приведите основные примеры неканонических структур ДНК.
5. Опишите основные принципы активации и репрессии транскрипции у бактерий.

Вопрос 1.3.

1. В чем заключается роль ДНК-зависимой ДНК-полимеразы при репликации.
2. Назовите основные структурные и регуляторные белки, необходимые для репликации, и перечислите их функции.
3. Назовите распространенные типы повреждений ДНК и основные пути их репарации.
4. Перечислите особенности работы топоизомераз разных классов.
5. Приведите примеры факторов, регулирующих элонгацию транскрипции у бактерий, и механизмы их действия.

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

Вопрос 2.1.

1. Конструирование библиотек генов.
2. Векторы для клонирования генов.
3. Амплификация фрагментов ДНК с использованием цепной полимеразной реакции (PCR).

4. Определение нуклеотидной последовательности ДНК.

5. Направленный мутагенез последовательности ДНК.

Вопрос 2.2.

1. Основные этапы конструирования генно-инженерных продуцентов.

2. Микроорганизмы, используемые для создания генно-инженерных продуцентов.

3. Причины неидентичности природных белков и их генно-инженерных аналогов.

4. Уровни структурной организации белков. Аминокислоты как блоки белковой структуры.

5. Структура пептидной связи.

Вопрос 2.3.

1. Какие методы используются для получения трансгенных животных организмов.

2. Какова эффективность трансгеноза с помощью микроинъекций в зиготы животных разных видов.

3. Как трансген встраивается в геном хозяйского животного организма.

4. Каковы преимущества использования для трансгеноза эмбриональных стволовых клеток по сравнению с зиготами.

5. Что такое таргетинг генов.

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

Вопрос 3.1.

1. Пенетрантность, экспрессивность. Плейотропия. Фенокопии. Генокопии.

2. Кариотип человека, медицинское значение. Рекомбинативная изменчивость.

3. Мутационная изменчивость, классификация. Мутагенез, мутагенные факторы.

4. Геномные и хромосомные мутации, механизмы возникновения.

5. Генные мутации, механизмы возникновения.

Вопрос 3.2.

1. Геномные электронные базы данных и биомедицинские сайты.

2. Определение наследственных болезней человека и их классификация.

3. Хромосомные болезни, признаки. Классификация хромосомных болезней.

4. Диагностика и профилактика хромосомных болезней.

5. Генные болезни и их классификация. Причины возникновения моногенных болезней человека.

Вопрос 3.3.

1. Методы генетики, используемые для диагностики наследственных болезней человека.

2. Генеалогический анализ. Методика расчета генетического риска. Диагностическое значение.

3. Цитогенетические методы: кариотипирование, метод дифференциального окрашивания хромосом (G-окраска), FISH-метод.

4. Основные методы профилактики наследственных болезней: генетическое консультирование, пренатальная диагностика, скрининг и доклиническая диагностика наследственных болезней.

5. Генетический скрининг: массовый, селективный.

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

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

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

1. Предмет и задачи генной инженерии.
2. Эндонуклеазы рестрикции. Номенклатура и классификация.
3. Рестриктазы II и IIS типов — основные инструменты генной инженерии. Формы разрывов двухцепочечных ДНК, возникающих под действием рестриктаз.
4. Изошизомеры и гетерошизомеры. Изменение субстратной специфичности рестриктаз в неоптимальных условиях.
5. ДНК-метилазы. Использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК.
6. ДНК-лигазы. Механизм легирирования ДНК T4-ДНК-лигазой.
7. РНК-лигаза бактериофага T₄.
8. ДНК-зависимая ДНК-полимераза E. coli и фрагмент Кленова. Использование для введения концевой радиоактивной метки, затупления концов ДНК и ник-трансляции.
9. РНК-зависимые ДНК-полимеразы, использование для получения кДНК.
10. Применение полинуклеотидкиназы для введения концевой радиоактивной метки.
11. Терминальная трансфераза. Использование для синтеза коннекторов.
12. Щелочные фосфатазы. Применение для повышения эффективности клонирования.
13. Нуклеазы в генной инженерии. Экзонуклеаза III E. coli. Экзонуклеаза фага лямбда.
14. Этапы клонирования ДНК.
15. Понятие вектора и его емкости. Функциональная классификация векторов: экспрессирующие векторы, челночные (бинарные) векторы.
16. Особенности строения плазмидных векторов на примере полифункционального вектора Bluescript. Полилинкер.
17. Селектируемые маркеры. Ген LacZ в качестве селектируемого маркера.
18. Векторы на основе фага лямбда. Космиды и фазмиды.
19. Сверхемкие векторы.
20. Искусственные хромосомы животных и человека.
21. Клонирование фрагментов ДНК по сайтам рестрикции, а также с использованием адаптеров и коннекторов.
22. Векторы для клонирования ДНК без лигирования и прямого клонирования продуктов ПЦР, содержащих 3-выступающие dA-концы.
23. Рекомбининг — альтернативный подход к получению рекомбинантных молекул ДНК. Системы регулируемой экспрессии рекомбинантных генов.
24. Библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей.
25. Экспериментальная оценка качества библиотеки последовательностей.
26. Методы синтеза кДНК. Способы введения ДНК в клетки.
27. Природная и искусственная компетентность бактериальных клеток.
28. Получение библиотек ETS-последовательностей. Методы отбора требуемых последовательностей из клонотек ДНК.
29. Гибридизация с зондами.

30. Использование ПЦР.
31. Повторный скрининг.
32. Субклонирование рекомбинантных ДНК.
33. Бесклеточные белоксинтезирующие системы и их использование в биотехнологии.
34. Стратегия выделения новых генов и оптимизация их экспрессии.
35. Подходы к анализу больших геномов.
36. Понятие генетической карты. Генетические карты низкого и высокого разрешения. Две стратегии построения: сверху вниз и снизу вверх.
37. Рестрикционные карты и их построение.
38. Гибридизация по Саузерну.
39. ПЦР как инструмент современной генной инженерии. Общая схема ПЦР.
- Критические компоненты реакции.
40. Особенности конструирования праймеров. Термостабильные ДНК-зависимые ДНК-полимеразы.
41. Методы ПЦР. ПЦР, сопряженная с обратной транскрипцией.
42. Методы амплификации последовательностей с неизвестной первичной структурой.
43. Исследование экспрессии генов на уровне транскрипции.
44. Нозернблоттинг. Защита мРНК от действия РНКаз.
45. Секвенирование ДНК на биочипах. Анализ регуляторных последовательностей ДНК.
46. Антисмысловые олигонуклеотиды и РНК.
47. НК как ферменты. Их использование для регуляции экспрессии генов.
- Механизмы подавления экспрессии генов антисмысловыми олигонуклеотидами и РНК.
48. РНК-интерференция.
49. Пептидо-нуклеиновые кислоты и их использование в биотехнологии. Закрытые НК.
50. Рациональный дизайн и редизайн белковых молекул.
51. Способы направленного введения мутаций в гены. П
52. Получение точковых мутаций, делеций и вставок с помощью ПЦР.
53. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов и мегапраймеров.
54. Химико-ферментативный синтез пептидов.
55. Направленная эволюция белков.
56. Комбинаторные клонотеки последовательностей нуклеотидов.
57. Методы случайного мутагенеза.
58. Скрининг и отбор белков с требуемыми свойствами.
59. Химические модификации белков. Стабилизация ферментов.
60. Гибридные ферменты. Гибридные токсины.
61. Белки-репортеры.
62. Пептидные аптамеры.
63. Изменение субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов.
64. Белковая инженерия антител.
65. ДНК-вакцины.
66. Трансгенные животные и способы их получения.
67. Использование эмбриональных стволовых клеток.
68. Клонирование многоклеточных организмов.
69. Животные — биореакторы.
70. Два подхода к клонированию человека: репродуктивное и терапевтическое клонирование. Понятие об искусственных органах и тканях.
71. Проблема биобезопасности при проведении генноинженерных работ.

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

8.4 Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Генная и белковая инженерия» проводится в 4-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» Заведующий кафедрой В.И. Панфилов «__»____20__г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра биотехнологии
	19.04.01 Биотехнология
	Магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»
Дисциплина «Генная и белковая инженерия»	
Экзаменационный билет № 1	
1. Гибридизация с зондами. 2. Изменение субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов. 3. Клонирование многоклеточных организмов.	

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: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. 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: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная 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..

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:

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 – 71).

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 *«Генная и белковая инженерия»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации и учебной мебелью.

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)
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. Ферменты, используемые в генной инженерии.	<i>Знает:</i> предмет и задачи генной инженерии; ферменты, используемые в генной инженерии; <i>Умеет:</i> изменять субстратную специфичность рестриктаз в неоптимальных условиях; получать крупные рестрикционные фрагменты ДНК; <i>Владеет:</i> техникой изменения субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов; методами случайного мутагенеза;	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр) Оценка за реферат Оценка за зачет (3-й семестр)
Раздел 2. Этапы клонирования ДНК. Библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей.	<i>Знает:</i> предмет и задачи генной инженерии; этапы клонирования ДНК; понятие о библиотеке кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей; <i>Умеет:</i> получать крупные рестрикционные фрагменты ДНК; проводить экспериментальную оценку качества библиотеки последовательностей; осуществлять синтез кДНК. - понятие об искусственных органах и тканях; <i>Владеет:</i> методами случайного мутагенеза; методами случайного мутагенеза;	Оценка за контрольную работу №2 (3-й семестр) Оценка за реферат Оценка за зачет (3-й семестр)
Раздел 3. Введение в белковую инженерию. Проблема биобезопасности при поведении	<i>Знает:</i> понятие о библиотеке кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей; <i>Умеет:</i> получать крупные	Оценка за контрольную работу №3 (3-й семестр) Оценка за реферат

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
генноинженерных работ.	рестрикционные фрагменты ДНК; проводить экспериментальную оценку качества библиотеки последовательностей; осуществлять синтез кДНК. - понятие об искусственных органах и тканях; <i>Владеет:</i> техникой изменения субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов; скринингом и отбором белков с требуемыми свойствами	Оценка за зачет (3-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
«Генная и белковая инженерия»
основной образовательной программы**

19.04.01 «Биотехнология»
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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 молекулярно-биологических исследований»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 молекулярно-биологических исследований»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биотехнологии и молекулярной генетики

Цель дисциплины – приобретение студентами практических навыков в области молекулярной биологии для возможности усвоения в будущем различных прикладных направлений в молекулярной биотехнологии и генетической инженерии.

Задачи дисциплины – ознакомление студентов с современными подходами к методологии молекулярно-биологических исследований, получение представлений о практическом значении молекулярной биологии для современной биотехнологии.

Дисциплина **«Методы молекулярно-биологических исследований»** 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:**

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. Объекты профессиональной деятельности:	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их	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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования

	– 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.	животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	регулируемая, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии. ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия	Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.

			биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу. ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	<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. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утверждённый приказом Министерства труда и
		ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные инструментальные средства, технологии	ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками	

		для решения конкретной научной задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н. Обобщенная трудовая функция: А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий. А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры 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	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,66	24	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	0,33	12	9
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,33	12	9
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа	1,34	48	36
Контактная самостоятельная работа	1,34	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		47,6	35,7
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.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основные этапы биосинтеза белка	22	0	4	0	4	0	0	0	14
2.	Раздел 2. Генетическое картирование	24	0	4	0	4	0	0	0	16
3.	Раздел 3. Анализ и свойства генов	26	0	4	0	4	0	0	0	18
	ИТОГО	72	0	12	0	12	0	0	0	48

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

Введение в дисциплину. Формулировка целей и задач курса. Основные термины и понятия. Значение молекулярно-биологических исследований в наши дни.

Раздел 1. Основные этапы биосинтеза белка.

Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Цис-транс комплементационный тест.

Раздел 2. Генетическое картирование. Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт. Тонкое генетическое картирование.

Раздел 3. Анализ и свойства генов. Физический анализ структуры гена. Гетеродуплексный анализ. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Полимеразная цепная реакция. Выявление функции гена. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 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, молекулярный инструментарий генной инженерии.	+		+
	Уметь:			
5	- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;	+	+	+
6	- анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.	+	+	+
	Владеть:			
7	- методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ;	+		+
8	- правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	+	+	+
9	- приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик;	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
		+	+	+

10	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии.	+	+	+

		ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	+	+	+
11	ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные	ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии	+	+	+

	инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	+	+	+

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	Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор.	1
2	1	Трансляция, ее этапы, функция рибосом.	1
3	1	Рекомбинация, ее типы и модели.	1
4	1	Механизмы репарации ДНК.	0,5
5	1	Цис-транс комплементационный тест.	0,5
6	2	Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации.	1
7	2	Построение генетических карт.	1
8	2	Тонкое генетическое картирование.	2
9	3	Физический анализ структуры гена.	0,5
10	3	Гетеродуплексный анализ.	0,5
11	3	Рестрикционный анализ.	0,5
12	3	Методы секвенирования.	0,5
13	3	Полимеразная цепная реакция.	0,5
14	3	Ферменты рестрикции и модификации.	0,5
15	3	Выделение и клонирование генов.	0,5
16	3	Векторы для молекулярного клонирования.	0,5

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины *«Методы молекулярно-биологических исследований»* предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 48 акад. ч в 4-м семестре. 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 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*.

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 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

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

Вопрос 1.1.

Молекула ДНК.

Репликация ДНК у бактерий. Репликация ДНК у эукариот.

Репликация ДНК и клеточный цикл.

Репликоны и «расписание репликации» отдельных участков генома по ходу клеточного цикла.

Репарация ДНК.

Общая, или гомологичная рекомбинация.

Сайт-специфичная рекомбинация.

Структура генома высших эукариот.

ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот.

Вопрос 1.2.

Подвижные элементы, перемещающиеся с помощью обратной транскрипции (ретроэлементы).

Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот.

Регуляция транскрипции в развитии эукариот.

Гормональная регуляция и сигнальные системы, регулирующие экспрессию генов.

Структура хроматина.

Хроматин и регуляция активности генов.

Механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов.

Пространственная организация хромосом в ядре и регуляция генной активности.

Процессинг РНК.

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

Вопрос 2.1.

Центральная догма молекулярной биологии и генетический код.

Основные принципы структуры РНК.

Генетические и негенетические функции РНК.

Древний мир РНК и происхождение жизни.

Структура рибосом.

Активация аминокислот и образование аминоацил-тРНК.

Эпицикл трансляции и рабочий элонгационный цикл.

Бесклеточные системы биосинтеза белка.

Кодон-зависимое связывание аминоацил-тРНК в элонгационном цикле.

Ложное кодирование и сдвиги рамки считывания на этапе кодон-зависимого связывания аминоацил-тРНК с рибосомой.

Вопрос 2.2.

Особенности кодирования и включения селеноцистеина в полипептидную цепь белка в процессе элонгации.

Транспептидация.

Транслокация. Ошибки транслокации.
Рибосома как молекулярная машина.
Инициация трансляции. Регуляция трансляции у прокариот.
Регуляция трансляции у эукариот.
Маскирование – демаскирование мРНК в процессах оогенеза, сперматогенеза и клеточной дифференцировки.
Регуляция скорости элонгации.
Терминация трансляции.
Альтернативные пути новосинтезированного полипептида.

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

Вопрос 3.1.

Элементарные взаимодействия в белках и вокруг них. Вторичная структура полипептидных цепей.
Пространственное строение белков.
Кооперативные переходы в белковых молекулах.
Предсказание и дизайн белковых структур.
Физические основы функционирования белков.
Аминокислоты как строительные блоки белковой молекулы.
Третичная структура белка.
Четвертичная структура белка.
Методы исследования структуры белков.
Пептидная связь.
Вторичная структура белка.
Принцип модульной организации белковой молекулы.
Биологические функции белков и пептидов.
 α -Спиральные белки.

Вопрос 3.2.

α/β -Структурные белки.
 β -Структурные белки.
Транскрипционные факторы прокариот.
Транскрипционные факторы эукариот.
Специфические транскрипционные факторы эукариот.
Белки - факторы элонгации. Белки в клеточной сигнализации.
Мембранные белки.
Посттрансляционные модификации белков.
Белковый сплайсинг.
Лектины.
Аминоацил-тРНК-синтетазы.
Рибосомные белки.
Фибриллярные белки.
Белки, организующие транспортные системы клетки

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

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Строение ДНК. Формы ДНК.
2. Упаковка ДНК в ядре.
3. Природа генетической информации.

4. Типы РНК.
5. Структуры РНК.
6. Функции ДНК.
7. Типы, размеры геномов.
8. Геном человека.
9. Принципы репликации ДНК.
10. Репликон.
11. ДНК-полимеразы, их свойства.
12. Теломеры и теломеразы.
13. Транскрипция ДНК, ее компоненты.
14. РНК-полимераза и промотор.
15. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.
16. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК.
17. Цис-транс комплементационный тест.
18. Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт.
19. Тонкое генетическое картирование.
20. Физический анализ структуры гена.
21. Гетеродуплексный анализ.
22. Рестрикционный анализ.
23. Методы секвенирования.
24. Полимеразная цепная реакция.
25. Выявление функции гена.
26. Ферменты рестрикции и модификации.
27. Выделение и клонирование генов.
28. Векторы для молекулярного клонирования.
29. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Методы молекулярно-биологических исследований» проводится в 3-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей 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
	19.04.01 Биотехнология
	Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и биоинженерия»
Методы молекулярно-биологических исследований	
Билет № 1	
1. Полимеразная цепная реакция.	
2. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.	

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: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

Б. Дополнительная литература

1. Филиппович Ю.Б. Практикум по общей биохимии [Текст]: Учебное пособие для студентов хим. спец-тей пед. ин-тов / Ю. Б. Филиппович, Т. А. Егорова, Г. А. Севастьянова, 1975. - 318с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

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 учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

— банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 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 «*Методы молекулярно-биологических исследований*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям.

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 ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные этапы биосинтеза белка.	<i>Знает:</i> генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; молекулярные механизмы передачи генетической информации. <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. <i>Владеет:</i> методами исследования физико-химических свойств	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-й семестр).

	биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	
Раздел 2. Генетическое картирование.	<i>Знает:</i> генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии. <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. <i>Владеет:</i> приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	контрольную работу №2 (3-й семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-й семестр).
Раздел 3. Анализ и свойства генов.	<i>Знает:</i> рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии. <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 <i>Владеет:</i> 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.	контрольную работу №2 (3-й семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-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 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 молекулярно-биологических исследований»**

основной образовательной программы
19.04. Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
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 молекулярно-генетических исследований»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 молекулярно-генетических исследований»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биотехнологии и молекулярной генетики

Цель дисциплины – ознакомить студентов с молекулярными механизмами процессов, лежащих в основе биологической жизни, хранения, поддержания функционального состояния и передачи генетического материала в ходе полового и бесполого размножения микроорганизмов, растений и животных, фундаментальными основами использования этих процессов для модификации и коррекции генетического материала, практическими методами оперирования генетическим материалом, получением рекомбинантных организмов, управлением и контролем биотехнологических процессов с участием генно-модифицированных организмов, методами анализа продуктов, синтезируемых генетически модифицированными организмами.

Задачи дисциплины:

- изучение методологической базы молекулярной генетики и протеомики;
- рассмотрение существующих инструментов и подходов, используемых при конструировании различных векторов, клонировании генов и их экспрессии в различных типах клеток, современных методов определения нуклеотидных последовательностей ДНК и сайт-направленного мутагенеза, выделения, очистки и анализа биологических молекул, направленного переноса генов в клетки и организмы, получения и использования трансгенных животных и растений, в молекулярной диагностике.

Дисциплина **«Методы молекулярно-генетических исследований»** 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
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. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности 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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с

	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.	компоненты и системы в лабораторных условиях.	особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии. ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на	седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н. Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ. <i>Профессиональный стандарт</i>

			водные, почвенные экосистемы, атмосферу. ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	«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. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный приказом Министерства труда и
		ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной	ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-	

		задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н. Обобщенная трудовая функция: А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий. А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные методы выделения, очистки и физико-химического анализа белков и нуклеиновых кислот;
- методы установления пространственной структуры биомолекул; методы молекулярного моделирования.

Уметь:

- проводить исследования с применением методов электрофореза;
- хроматографии;
- использовать для установления структуры биомолекул методы ЯМР и рентгеноструктурного анализа;
- экспериментально определять нуклеотидную последовательность ДНК.

Владеть:

- методами выделения, очистки и физико-химического анализа биомолекул;
- методами конструирования гибридных молекул ДНК in vitro;
- методами молекулярного моделирования;
- методами сайт-направленного мутагенеза.

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:	1,66	60	45
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,33	12	9
<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	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		11,8	8,85
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.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.	24	0	16	0	4	0	0	0	4
2.	Раздел 2. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.	24	0	16	0	4	0	0	0	4
3.	Раздел 3. Методология генетической инженерии.	24	0	16	0	4	0	0	0	4
	ИТОГО	72	0	48	0	12	0	0	0	12

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет, задачи и методы молекулярной биологии и генетики. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генетической инженерии для биотехнологии.

Раздел 1. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул. Осаждение, диализ, ультрафильтрация. Ультрацентрифугирование. Хроматографические методы разделения веществ. Хроматографические материалы. Адсорбционная, распределительная, обращенно-фазовая, гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография. Оборудование для хроматографии. Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез. Стационарный электрофорез. Капиллярный электрофорез. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.

Раздел 2. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.

Методы установления первичной структуры белков. Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ. Методы анализа первичных структур. Методы анализа пространственных структур. Молекулярное моделирование.

Раздел 3. Методология генетической инженерии.

Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*. Векторные молекулы ДНК. Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации. Типы генетических библиотек. Анализ генетических библиотек. Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации. Экспрессия и повышенная продукция рекомбинантных белков в микробных клетках.

Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии. Взаимосвязи вектор-хозяин. Проблемы гетерологичной экспрессии. Причины возможной неидентичности генно-инженерных белков и их природных аналогов.

Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.

Методы сайт-направленного мутагенеза.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	- современные методы выделения, очистки и физико-химического анализа белков и нуклеиновых кислот;		+		
2	- методы установления пространственной структуры биомолекул;			+	
3	- методы молекулярного моделирования.				+
	Уметь:				
4	- проводить исследования с применением методов электрофореза; хроматографии		+		
5	- использовать для установления структуры биомолекул методы ЯМР и рентгеноструктурного анализа,			+	
6	- экспериментально определять нуклеотидную последовательность ДНК.				+
	Владеть:				
7	- методами выделения, очистки и физико-химического анализа биомолекул;		+		+
8	- методами конструирования гибридных молекул ДНК in vitro;				+
9	- методами молекулярного моделирования;		+	+	
10	- методами сайт-направленного мутагенеза.			+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			

11	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии.	+	+	+

		ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
12	ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные инструментальные средства, технологии	ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии	+	+	+
			+	+	+

	для решения конкретной научной задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	+	+	+

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	Хроматографические методы разделения веществ. Хроматографические материалы.	0,5
2	1	Адсорбционная, распределительная, обращенно-фазовая хроматография.	0,5
3	1	Гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография. Оборудование для хроматографии.	0,5
4	1	Капиллярный электрофорез	0,5
5	1	Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.	0,5
6	1	Электромиграционные методы разделения веществ.	0,5
7	1	Зональный электрофорез. Стационарный электрофорез.	1
8	2	Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ.	1
9	2	Методы анализа первичных структур. Методы анализа пространственных структур.	1
10	2	Молекулярное моделирование.	2
11	3	Методы конструирования гибридных молекул ДНК in vitro.	0,5
12	3	Векторные молекулы ДНК.	0,5
13	3	Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.	0,5
14	3	Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации.	0,5
15	3	Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.	0,5
16	3	Методы сайт-направленного мутагенеза	0,5
17	3	Практическое значение методов молекулярной генетики	1

6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению 19.04.01 «Биотехнология» проведение лабораторных занятий по дисциплине «*Методы молекулярно-генетических исследований*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов и итогового контроля в форме *зачета*).

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 (4-й семестр) составляет 30, 30 и 40 баллов.

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

Вопрос 1.1.

1. Молекулярная биология изучает:
 - а) протекание биологических процессов на молекулярном уровне;
 - б) строение клетки;
 - в) морфологическое и физиологическое многообразие бактерий и вирусов.
2. Нуклеотид – это мономер
 - а) белков;
 - б) нуклеиновых кислот;
 - в) жиров.
3. ДНК содержит:
 - а) рибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, тимин;
 - б) дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, тимин;
 - в) дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, урацил.
4. Генетический код был открыт:
 - а) Гамовым;
 - б) Гриффитом;
 - в) Очоа.
5. Специфичность генетического кода состоит в:
 - а) кодировании аминокислот более чем двумя различными триплетами;
 - б) кодировании каждым триплетом только одной аминокислоты;

- в) наличии единого кода для всех живущих на земле существ.
6. Вырожденность генетического кода – это:
- а) кодирование одним триплетом только одной аминокислоты;
 - б) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;
 - в) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами.
7. Универсальность генетического кода – это:
- а) наличие единого кода для всех существ на Земле;
 - б) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;
 - в) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами.
8. Возможных триплетов:
- а) 64;
 - б) 28;
 - в) 72.
9. Основания, расположенные комплементарно друг другу:
- а) А – Т; Г – Ц;
 - б) А – Ц; Г – Т;
 - в) А – Г; Ц – Т.
- 22
10. К первичной структурной организации ДНК относится:
- а) трехмерная спираль;
 - б) две комплементарные друг другу антипараллельные полинуклеотидные цепи;
 - в) полинуклеотидная цепь.

Вопрос 1.2.

1. При гибридизации возможно спаривание:
- а) ДНК - ДНК
 - б) ДНК - РНК
 - в) РНК – РНК
 - г) все перечисленные сочетания
2. Фермент, катализирующий синтез полинуклеотидной цепи из отдельных нуклеотидов с использованием другой цепи в качестве матрицы и ДНК-затравки со свободной 3'-ОН-группой:
- а) протеиназа;
 - б) геликаза;
 - в) ДНК-полимераза;
 - г) праймаза.
3. Ферменты, расщепляющие пептидные связи в белковых молекулах:
- а) липазы;
 - б) протеиназы;
 - в) лигазы;
 - г) РНКазы.
4. Фермент, катализирующий образование фосфодиэфирных связей между двумя молекулами ДНК:
- а) липазы;
 - б) протеиназы;
 - в) лигазы;
 - г) РНКазы.
5. Нуклеазы – это:
- а) ферменты, осуществляющие метилирование нуклеотидов;
 - б) ферменты, гидролизующие фосфодиэфирную связь в молекулах ДНК («разрезающие» молекулы НК);
 - в) ферменты, синтезирующие новые полинуклеотиды, комплементарные существующей матрице ДНК или РНК;

- г) катализируют реакцию релаксации ДНК, введение в ДНК отрицательных и положительных супервитков.
6. Организм, из которого был получен фермент TaqI:
- а) *Escherichia coli*;
 - б) *Bacillus amyloliquefaciens*;
 - в) *Streptomyces albus*;
 - г) *Thermus aquaticus*.
7. Направление синтеза (элонгации) новой цепочки ДНК при участии полимеразы (3 балла):
- а) $3' \rightarrow 5'$;
 - б) $5' \rightarrow 5'$;
 - в) $5' \rightarrow 3'$;
 - г) $5' \rightarrow 3'$ и $3' \rightarrow 5'$, в зависимости от класса используемой полимеразы.
8. Эндонуклеаза рестрикции, образующая тупые концы в полинуклеотидах, продуктах рестрикции:
- а) AluI (сайт AG[^]CT);
 - б) TaqI (сайт T[^]CGA);
 - в) ApaI (сайт GGGCC[^]C);
 - г) EcoRI (сайт G[^]AATTC).
9. Полимеразы – это:
- а) ферменты, осуществляющие метилирование нуклеотидов;
 - б) ферменты, гидролизующие фосфодиэфирную связь в молекулах ДНК («разрезающие» молекулы НК);
 - в) ферменты, синтезирующие новые полинуклеотиды, комплементарные существующей матрице ДНК или РНК;
 - г) катализируют реакцию релаксации ДНК, введение в ДНК отрицательных и положительных супервитков.
10. Ученые, впервые доказавшие, что веществом, вызывающим трансформацию бактерий, является ДНК:
- а) Д. Уотсон, Ф. Крик, М. Уилкинс и Р. Франклин в 1953 г.;
 - б) Э. Чаргафф в 1951 г.;
 - в) О. Эвери, К. Маклеод и М. Маккарти в 1944 г.;
 - г) Ф. Сенгер в 1977 г.

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

Вопрос 2.1.

1. Регуляторный участок гена (оперона), к которому присоединяется РНКполимераза с тем, чтобы начать транскрипцию:
- а) промотор;
 - б) оператор;
 - в) терминатор;
 - г) экзон.
2. Единица генетического кода:
- а) репликон;
 - б) нуклеотид;
 - в) мутон;
 - г) кодон.
3. Какие гены транскрибируются, но не транслируются:
- а) структурные;
 - б) онкогены;
 - в) рРНК;

г) тРНК.

4. Секвенирование ДНК – это:

- а) увеличение числа копий выбранного фрагмента ДНК;
- б) определение порядка нуклеотидов в определенном фрагменте ДНК;
- в) то же самое, что и трансляция;
- г) «вырезание» гена из двухцепочечной ДНК.

5. ДНК содержит:

- а) рибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, тимин;
- б) дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, тимин;
- в) дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, урацил.

6. Основания, расположенные комплементарно друг другу:

- а) А – Т; Г – Ц;
- б) А – Ц; Г – Т;
- в) А – Г; Ц – Т.

7. Процессинг – это:

- а) синтез РНК;
- б) созревание РНК;
- в) созревание ДНК.

8. Ферменты, расщепляющие пептидные связи в белковых молекулах:

- а) липазы;
- б) протеиназы;
- в) лигазы;
- г) РНКазы.

9. Фермент, катализирующий синтез полинуклеотидной цепи из отдельных нуклеотидов с использованием другой цепи в качестве матрицы и ДНК-затравки со свободной 3'-ОН-группой:

- а) протеиназа;
- б) геликаза;
- в) ДНК-полимераза;
- г) праймаза.

10. Мономерами белков являются:

- а) нуклеотиды;
- б) нуклеосомы;
- в) аминокислоты.

Вопрос 2.2.

1. Нуклеотид – это мономер

- а) белков;
- б) нуклеиновых кислот;
- в) жиров.

2. Механизм репликации ДНК является:

- а) полуконсервативным;
- б) консервативным;
- в) неконсервативным.

3. В результате транскрипции образуется:

- а) только матричная РНК;
- б) только транспортная РНК;
- в) все типы РНК клетки.

4. Часть гена, которая транслируется в белок:

- а) промотор;

- б) оператор;
 - в) интрон;
 - г) открытая рамка считывания.
5. Ферменты лигазы:
- а) создают одонитевые разрывы в молекулах ДНК;
 - б) соединяют молекулы ДНК друг с другом, синтезируя фосфодиэфирные связи.
 - в) расщепляю пептидные связи в белковых молекулах;
 - г) создают двухнитевые разрывы в молекулах ДНК.
6. Автор полимеразной цепной реакции:
- а) Кэрри Муллис (Кэрри Маллис);
 - б) Джеймс Уотсон;
 - в) Френсис Крик;
 - г) Фридрих Мишер.
7. ОТ-ПЦР:
- а) ПЦР в режиме реального времени;
 - б) реакция, в ходе которой образуется ДНК на основе РНК-матрицы;
 - в) определение порядка нуклеотидов в молекуле ДНК;
 - г) ПЦР, проходящая при очень высокой температуре.
8. Максимум поглощения НК наблюдается при длине волны:
- а) 260 нм;
 - б) 280 нм;
 - в) 390 нм;
 - г) 450 нм.
9. Автор метода секвенирования с обрывом цепи (1977 г.):
- а) Джеймс Уотсон;
 - б) Фредерик Сенгер;
 - в) Кэрри Муллис (Кэрри Маллис);
 - г) Б. Маргулис.
10. Фермент Taq-полимераза получен из организма:
- а) *Escherichia coli*;
 - б) *Thermus aquaticus*;
 - в) *Pyrococcus furiosus*;
 - г) *Neisseria denitrificans*.

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

Вопрос 3.1.

1. Запрограммированная клеточная гибель (апоптоз).
2. Механизмы репарации ДНК (репарация генетических повреждений).
3. Мобильные генетические элементы эукариот и прокариот.
4. Внехромосомные генетические элементы.
5. Прионы: наследственность без ДНК?
6. Современные представления об организации и функционировании политенных хромосом.
7. Способы горизонтального переноса генетической информации.
8. Молекулярно-генетические основы детерминации и дифференцировки.
9. Возможно ли предопределить пол у человека?
10. Генотип и среда

Вопрос 3.2.

1. Молекула мРНК содержит 30% гуанина, 24% аденина, 21% урацила, 25% цитозина. Определите состав фрагмента ДНК, являющегося матрицей для данной мРНК.
2. Сколько первичных структур может иметь тетрауклеотид, содержащий только остатки тимина и аденина?

3. Гистон H1 имеет молекулярную массу 20 кДа. Определите длину кодирующего его гена, если средняя линейная длина нуклеотида 0,34 нм, аминокислотного остатка – 0,35 нм, средняя молекулярная масса нуклеотида – 345 Да, а аминокислотного остатка – 110 Да.
4. Сколькими способами может быть закодирован в генах участок белка из пяти мономеров: пролин – лизин – гистидин – валин – тирозин, если учесть вырожденность генетического кода?
5. Сколько потребуется молекул прямого и обратного праймера для амплификации фрагмента ДНК в течение 28 циклов?
6. В синтезе белка последовательно приняли участие молекулы ТРНК с антикодонами: CCC, GUG, AUU, UTT, AGG. Определите последовательность нуклеотидов во фрагменте гена, а также соответствующую часть последовательности аминокислот в синтезируемом белке.
7. Начало кодирующей части гена FPGT коровы: 5'-ATGGACGCTGAAAGTAGACCTTCCGGCGAATCT-3'. Какие будут последствия для белка, если произойдут следующие мутации: (1) транзиция A1-G1; (2) транзиция C6-T6; (3) транзиция C8-T8; (4) трансверсия G13-T13.
8. Результаты рестрикции кольцевой плазмиды рХ: BamHI – 13 kb, HindIII – 8 kb + 5 kb, BamHI + HindIII – 6 kb + 5 kb + 2 kb. Постройте рестрикционную карту.
8. С помощью горизонтального агарозного гель-электрофореза анализировались пробы. Маркер молекулярных длин содержал фрагменты ДНК длиной 100 п.н., 200 п.н., 500 п.н., 1000 п.н. и 2000 п.н. Образец 1 содержал фрагменты ДНК длиной 250 п.н., образец 2 – 200 п.н. и 650 п.н., образец 3 – 1200 п.н. Нанесите соответствующие полосы на схему геля (размеры полос подписать).
9. Сиквенсовая реакция для секвенирования по Сэнгеру (секвенирование с обрывом цепи) проводилась в 4-х пробирках (в первой + ddATP, во второй + ddTTP, в третьей + ddGTP, в четвертой + ddCTP). В результате секвенирования удалось установить порядок нуклеотидов: AATAGTAGATCCCGTAGCTAGCTAGCTTTAGTCCCTGC (37 нуклеотидов). Для секвенирования использовался праймер: AATAGTAGATCCCGTAGC (12 нуклеотидов). Определите, фрагменты какой длины образовывались в каждой пробирке в ходе сиквенсовой реакции. Задание 4. Провести анализ сиквенсов (контигов), полученных с помощью прямого и обратного праймеров, с целью получения консенсусного сиквенса. Произвести редактирование сиквенсов, используя хроматограмму секвенирования. Используемое 18 программное обеспечение: SeqScanner (Applied Biosystems) и Mega. 3
10. В результате обработки эндонуклеазами рестрикции фрагмента ДНК были получены следующие фрагменты: EcoRI: 2 kb и 3 kb; HindIII: 1 kb и 4 kb; HindIII + EcoRI: 2 kb, 2 kb и 1 kb. Постройте рестрикционную карту. Сайт узнавания EcoRI – G^AAATTC, HindIII – A^AAGCTT.

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: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

Б. Дополнительная литература

1. Щербакова, Ю. В. Химия биологически активных веществ : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, А. Н. Акулов. — Казань : КНИТУ, 2018. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-2362-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138387> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

— Презентации к лекциям.

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 рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

— компьютерные презентации интерактивных лекций – 34, (общее число слайдов – 150);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который

обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 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 молекулярно-генетических исследований*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям.

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 ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.	<i>Знает:</i> современные методы выделения, очистки и физико-химического анализа белков и нуклеиновых кислот. <i>Умеет:</i> проводить исследования с применением методов электрофореза; хроматографии. <i>Владеет:</i> методами выделения, очистки и физико-химического анализа биомолекул; методами молекулярного моделирования.	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр)
Раздел 2. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.	<i>Знает:</i> методы установления пространственной структуры биомлекул. <i>Умеет:</i> использовать для установления структуры биомолекул методы ЯМР и рентгеноструктурного анализа.	Оценка за контрольную работу №2 (3-й семестр)

	<i>Владеет:</i> методами молекулярного моделирования;	
Раздел 3. Методология генетической инженерии.	<i>Знает:</i> методы молекулярного моделирования. <i>Умеет:</i> экспериментально определять нуклеотидную последовательность ДНК. <i>Владеет:</i> методами выделения, очистки и физико-химического анализа биомолекул; методами конструирования гибридных молекул ДНК in vitro; методами сайт-направленного мутагенеза.	Оценка за контрольную работу №3 (3-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 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 молекулярно-генетических исследований»

основной образовательной программы
19.04.01 Биотехнология
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

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

«Структура и функции пептидов и белков»

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и
биоинженерия»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена к.б.н., 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 – магистратура по направлению подготовки **19.04.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), **магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»** 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 **«Структура и функции пептидов и белков»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, молекулярной генетики, общей биотехнологии.

Цель дисциплины - обучение студентов теоретическим основам и практическим методам современной химии белка. Курс охватывает практически весь комплекс вопросов, связанных со структурно-функциональным изучением белково-пептидных веществ как важнейших компонентов живой материи. Особое внимание уделено-биологической роли и новейшим методам изучения строения пептидо-белковых веществ. Наряду с описанием основных методов определения первичной структуры в программу курса включены разделы, связанные с изучением пространственного строения пептидов и белков. В отдельных разделах представлены общие принципы пептидного синтеза. В программе курса отражены также современные научные достижения в области изучения структуры и функций пептидов и белков.

Задачами дисциплины является рассмотрение вопросов, связанных со структурно-функциональным изучением белково-пептидных веществ как важнейших компонентов живой материи, биологической роли и новейшим методам изучения строения пептидо-белковых веществ, с изучением пространственного строения пептидов и белков, общих принципов пептидного синтеза, а также современных научных достижений в области изучения структуры и функций пептидов и белков.

Дисциплина **«Структура и функции пептидов и белков»** 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
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. Объекты профессиональной	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы,	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и особенности	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. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с седьмым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня магистра, седьмым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, со второй

	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.	растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии. ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия	ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</i> Обобщенная трудовая функция: А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ. А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов. С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции. С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.

		биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу. ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды. ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения	биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу. ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды. ПК-2.1. Умеет провести селекцию in vitro, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием,	<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. В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий. <i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря</i>

		конкретной научной задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	2015 г. № 1046н. Обобщенная трудовая функция: А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий. А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- классификацию белков;
- строение и функции белков различных классов;
- биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул.

Уметь:

- осуществлять аминокислотный анализ белков;
- осуществлять химическую модификацию белков.

Владеть:

- методом твердофазного синтеза пептидов;
- методами защиты функциональных групп белковых молекул;
- современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.

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:	1,66	60	45
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лекции	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия (ПЗ)	0,33	12	9
<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	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		11,8	8,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы и виды занятий

Раздел дисциплины	Акад. часы								
	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.	Лаборат орные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
Введение	2	0	2	0	0	0	0	0	0
Раздел 1. Аминокислоты. Пептиды. Белки.	22	0	14	0	4	0	0	0	4
1.1. Аминокислоты.	9	0	6	0	2	0	0	0	1
1.2. Пептиды.	6	0	4	0	1	0	0	0	1
1.3. Белки.	7	0	4	0	1	0	0	0	2
Раздел 2. Сложные белки. Химическая модификация белков. Биологическая роль белков и пептидов.	24	0	16	0	4	0	0	0	4
2.1. Сложные белки.	8	0	5	0	1	0	0	0	2
2.2. Химическая модификация белков.	7	0	5	0	1	0	0	0	1
2.3. Посттрансляционная модификация белков.	9	0	6	0	2	0	0	0	1
Раздел 3. Биологическая роль белков и пептидов.	24	0	16	0	4	0	0	0	4
ИТОГО:	72	0	48	0	12	0	0	0	12

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Основные этапы развития знаний о структуре и функциях пептидов и белков. Определения объектов и методов изучения. Связь предмета “Структура и функции пептидов и белков” с другими дисциплинами.

Раздел 1. Аминокислоты. Пептиды. Белки.

1.1. Аминокислоты. Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства. Реакции аминокрупп, реакции карбоксильных групп, реакции с одновременным участием amino- и карбоксильной групп. Методы защиты групп при химических синтезах. Методы качественного и количественного специфического и неспецифического анализа аминокислот. Методы получения (химические, ферментативные и биотехнологические (микробиологические)) и разделения аминокислот.

1.2. Пептиды. Химическое строение и пространственная организация пептидов, характеристики пептидной связи. Химические свойства пептидов. Химический синтез пептидов, методы защиты amino- и карбоксильных групп. Ферментативный и микробиологический (в том числе с использованием генетически модифицированных штаммов микроорганизмов) синтез пептидов. Методы выделения, очистки и анализа пептидов. Методы определения аминокислотной последовательности пептидов. Природные пептиды: биологическая роль в клетке и организме. Пептиды – регуляторы биохимических процессов, пептиды – нейромедиаторы, пептиды с защитной функцией, пептидные антибиотики.

1.3. Белки. Классификация белков. Химическое строение и пространственная организация: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Виды нековалентных взаимодействий и их вклад в поддержание структуры молекулы белка. Денатурация и ренатурация белков. Химические и физико-химические свойства белков. Методы выделения белков из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа. Получение белков, в том числе химерных, с использованием методов белковой и генетической инженерии. Методы исследования строения и пространственной структуры белков, методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования. Функции белков, роль аминокислотной последовательности и роль пространственной организации в обеспечении функции молекулы белка. Примеры белков различной пространственной организации и различных биологических функций.

Раздел 2. Сложные белки. Химическая модификация белков. Биологическая роль белков и пептидов.

2.1. Сложные белки. Понятия протеины, протеиды, апобелок и холобелок, кофактор, простетическая группа. Классификация сложных белков. Хромопротеины. Гемопроотеины, химическое строение гемоглобина, миоглобина. Аномальные гемоглобины. Гликопротеины: химическое строение, биологическая роль. Фосфопротеины: химическое строение, биологическая роль.

2.2. Химическая модификация белков. Задачи, решаемые с помощью химической модификации. Специфическая модификация альфа- и эpsilon-аминогрупп и карбоксильных групп в белках. Модификация остатков гистидина, метионина, тирозина, триптофана и цистеина. Бифункциональные реагенты. Введение флуоресцентных, спиновых и фотоаффинных меток. Методы идентификации модифицированных аминокислотных остатков. Биоспецифическая модификация белков.

2.3. Посттрансляционная модификация белков. Неферментативная посттрансляционная модификация. Ферментативная посттрансляционная модификация с расщеплением полипептидной цепи. Ковалентная посттрансляционная модификация альфа-амино- и альфа-карбоксильных групп. Метилирование, гидроксирование, введение дополнительной карбоксильной группы, фосфорилирование, гликозилирование, АДФ-рибозилирование, пренилирование, сульфатирование и убиквитинилирование белков. Время жизни белков в клетке, гипотеза Варшавского.

Раздел 3. Биологическая роль белков и пептидов. Ферменты. Белки-гормоны: инсулин, гормон роста. Механизм действия белковых гормонов. Аденилатциклазная система. Защитные белки: иммуноглобулины, система комплемента, медиаторы иммунного ответа (интерфероны, цитокины). Белки системы гомеостаза. Двигательные белки: актомиозиновый комплекс, белки бактериальной системы подвижности. Структурные белки: коллаген, кератин, фиброин, цитоскелетные белки. Рецепторные белки: зрительный родопсин, ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран. Регуляторные белки. Транспортные белки: АТФазы, цитохром с, гемоглобин, сывороточный альбумин. Белки-токсины микробного и растительного происхождения: зоотоксины, белково-пептидные антибиотики, дефенсины. Запасные белки: казеин, овальбумин, ферритин.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул.	+	+	+	
	Уметь:				
2	осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков.	+	+	+	
	Владеть:				
3	методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
4	ПК-1 – Способен критически демонстрировать и применять знания, развивающие полученные на уровне бакалавра, проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках, их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой и на этой основе целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях.	ПК-1.1. Знает: – важнейшие объекты деятельности, технологии и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и биоинженерии, их основные особенности и пути их совершенствования; – классификацию, описание и особенности объектов биотехнологии; – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов, закономерности и	+	+	+

		особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования, основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в техногенных и природных средах; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических, физиологических процессов в объектах биотехнологии.			
		ПК-1.2. Умеет: – определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования; – определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса и на этой основе анализировать возможности улучшения целевых свойств микроорганизмов, растений и животных и качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет: – основными способами селекции, выделения, управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации лабораторных, экспериментальных и промышленных	+	+	+

		установок; – навыками анализа взаимосвязи генетических, биохимических и физиологических процессов в живой клетке, поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
5	ПК-2. Способен освоить новейшие методы и технику исследования, выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной задачи в рамках профиля подготовки, спланировать, организовать и провести исследования, корректную обработку результатов экспериментов, сделать обоснованные заключения и выводы	ПК-2.1. Умеет провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии	+	+	+
		ПК-2.2. Владеет: – специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах; – базовыми методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик; – навыками проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях; – навыками выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела	Темы практических занятий	Часы
1	1	Аминокислоты.	6
2	1	Пептиды.	4
3	1	Белки.	4
4	2	Сложные белки.	5
5	2	Химическая модификация белков.	5
6	2	Посттрансляционная модификация белков.	6
7	3	Разнообразие белков. Биологическая роль белков и пептидов.	16

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 презентаций по разделам дисциплины.
- подготовку к рейтинговым контрольным работам.

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 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 80 баллов), доклада с презентацией (максимальная оценка 20 баллов).

8.1. Примерные темы презентаций

Химический синтез пептидов, методы защиты amino- и карбоксильных групп.

Ферментативный и микробиологический (в том числе с использованием генетически модифицированных штаммов микроорганизмов) синтез пептидов.

Методы выделения, очистки и анализа пептидов.

Методы определения аминокислотной последовательности пептидов.

Белки-гормоны: инсулин, гормон роста.

Защитные белки: иммуноглобулины, система комплемента, медиаторы иммунного ответа (интерфероны, цитокины).

Двигательные белки: актомиозиновый комплекс, белки бактериальной системы

подвижности.

Структурные белки: коллаген, кератин, фиброин, цитоскелетные белки.

Рецепторные белки: зрительный родопсин, ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран. Регуляторные белки.

Презентация оценивается в 20 баллов.

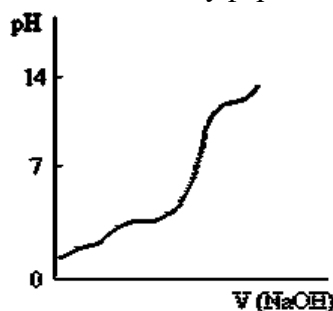
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено две контрольные работы (по одной контрольной работе по разделам 1-2). Максимальная оценка за контрольные работы 80 баллов и составляет по 40 баллов за каждую работу.

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

Вариант 1.

1. На рисунке изображена кривая титрования глутаминовой кислоты. Найдите:
 - а) три значения pK_a ;
 - б) значение pH , при котором будут существовать эквимольные смеси частиц с зарядами -1 и -2 ;
 - в) область значений pH , в которой глутаминовая кислота заряжена отрицательно;
 - г) область pH , в которой сопряженная кислотно-основная пара глутаминовой кислоты с зарядами 0 и -1 обладает свойствами буферной смеси.



2. Гептапептид, выделенный из молочного белка, деградирует под действием бактерий *Bacillus subtilis*. Гептапептид содержит аминокислоты аргинин, глицин, изолейцин, фенилаланин, пролин (2 остатка) и валин. Обработка гептапептида трипсином дает аргинин и гексапептид. Некоторые из фрагментов, выделенные при проведении частичного гидролиза исходного гептапептида, следующие: Pro-Phe-Ile, Arg-Gly-Pro, Pro-Phe-Ile-Val и Pro-Pro. Определите структуру гептапептида.

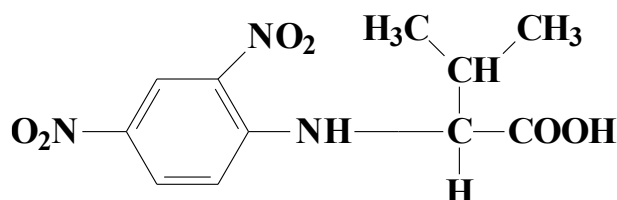
3. Пептиды. Природа пептидной связи. Биосинтез пептидов. Биологическая роль пептидов. Пептидные гормоны и релизинг-факторы.

4. Типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру пептидов и белков.

Вариант 2.

1. Запишите схемы кислотно-основных равновесий в водных растворах тирозина, цистеина и восстановленного L-глутатиона. Рассчитайте изоэлектрическую точку каждой аминокислоты при 25 С с использованием справочных значений pK_a .

2. Олигомерный белок массой 660 мг обрабатывали избытком 2,4-динитрофторбензола в слабощелочной среде до завершения химической реакции. Затем пептидные связи белка были подвергнуты полному гидролизу путем нагревания белка в присутствии концентрированной HCl. В гидролизате содержалось 5.5 мг следующего соединения:



Никаких других 2,4-динитрофенильных производных, образующихся в реакции с α -аминогруппами аминокислот, обнаружено не было.

а) Объясните, почему эти данные можно использовать для определения числа полипептидных цепей в олигомерном белке.

б) Рассчитайте число полипептидных цепей в этом белке (молекулярная масса 132000).

3. Химический синтез пептидов. Задачи синтеза. Методы защиты функциональных групп. Создание пептидной связи: методы смешанных ангидридов, активированных эфиров, карбамидый и карбоксиангидридный методы конденсации.

4. Вторичная структура пептидов и белков. Типы регуляторных структур полипептидной цепи.

Вариант 3.

1. Запишите схемы кислотно-основных равновесий в водных растворах гистамина, глутаминовой кислоты и серина. Рассчитайте изоэлектрическую точку каждой аминокислоты при 25 С с использованием справочных значений рКа.

2. Пентапептид, образующийся при обработке белка трипсином, содержит аргинин, аспарагиновую кислоту, лейцин, серин и тирозин. Для определения аминокислотной последовательности провели три последовательных расщепления по Эдману. Полученные после каждого расщепления пептиды имели следующий состав:

первое расщепление – аргинин, аспарагиновая кислота, лейцин, серин;

второе расщепление – аргинин, аспарагиновая кислота, серин;

третье расщепление – аргинин, серин.

Какова аминокислотная последовательность пентапептида?

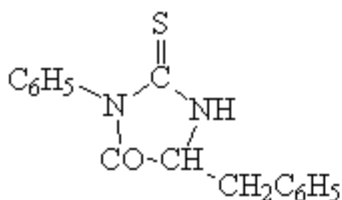
3. Пептиды как лекарственные средства.

4. Сверхвторичная структура белков. Понятие о доменах.

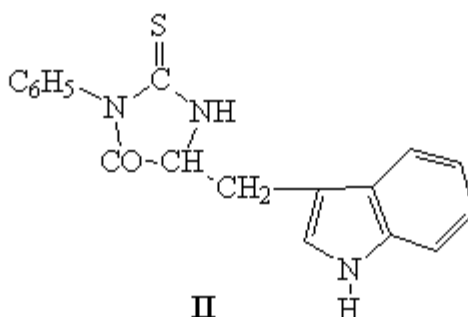
Вариант 4.

1. Запишите схемы кислотно-основных равновесий в водных растворах L-тироксина, хинолиновой кислоты и глицина. Рассчитайте изоэлектрическую точку каждой аминокислоты при 25 С с использованием справочных значений рКа.

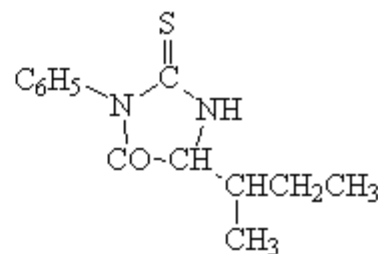
2. Напишите формулу трипептида и назовите его, если при его деградации получены фенилтиогидантоиновые производные в последовательности:



I



II



III

3. Гормоны ЖКТ, щитовидной железы, тимуса, тканевые гормоны.

4. Третичная структура белков. Использование рентгеноструктурного анализа и ЯМР-спектроскопии для изучения пространственного строения белков. Денатурация и ренатурация.

Вариант 5.

1. Запишите схемы кислотно-основных равновесий в водных растворах 2-аминомасляной кислоты, γ -карбоксилглутаминовой кислоты и норлейцина. Рассчитайте изоэлектрическую точку каждой аминокислоты при 25 С с использованием справочных значений рКа.
2. Напишите строение фенилтиогидантоиновых производных, образующихся при расщеплении фенилизотиоцианатом трипептида Тир–Глу–Ала.
3. Электронное строение и конфигурация пептидной связи. Карты Рамачандана.
4. Четвертичная структура белков. Примеры субъединичных структур. Методы исследования четвертичной структуры.

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

Вариант 1.

1. Располагая некоторым количеством агарозы, бромциана, 6-амино-гексановой кислоты и другими компонентами, необходимыми для проведения аффинной хроматографии, укажите, какие химические реакции должны обеспечить связывание триптофана через его аминокгруппу.
2. Модификация остатков тирозина и триптофана в белках.
3. Фотоактивируемые кросс-сшивающие реагенты.
4. Транспортные белки. АТФ-азы, цитохром с, гемоглобин, сывороточный альбумин.

Вариант 2.

1. Биоспецифическая модификация белков.
2. Посттрансляционные модификации α -СООН группы белков.
3. Сортинг белков в эукариотической клетке.
4. Структурные белки, коллаген, кератин, фибрин. Цитоскелетные белки.

Вариант 3.

1. Химическая модификация карбоксильных групп в белке.
2. Убиквитинилирование белков.
3. Посттрансляционная модификация белков, образование остатков Gla (γ -карбоксиглутаминовая кислота).
4. Двигательные белки. Актomioзиновый комплекс. Белки бактериальной системы подвижности.

Вариант 4.

1. Химическая модификация α - и ϵ -аминогрупп в белках.
2. Биоспецифическая модификация белков.
3. Проблемы, связанные с анализом посттрансляционно модифицированных аминокислотных остатков в белках.
4. Защитные белки. Иммуноглобулины. Система комплемента. Медиаторы иммунного ответа.

Вариант 5.

1. Время жизни белков в цитозоле клетки, гипотеза Варшавского.
2. Кросс-сшивающие реагенты, их классификация. Задачи, решаемые с помощью этих реагентов.
3. Химическая модификация остатков цистеина в белке.
4. Механизм действия белковых гормонов. Аденилатциклазная система

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. 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.

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: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Биотехнология: В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.5: Производство белковых веществ / В. А. Быков [и др.], 1987. - 142 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:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 63).

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 *«Структура и функции пептидов и белков»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации.

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)
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. Аминокислоты. Пептиды. Белки.	<i>знает:</i> классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул. <i>умеет:</i> осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков. <i>владеет:</i> методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.	Оценка за контрольную работу №1 (4-ий семестр)

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 2. Сложные белки. Химическая модификация белков. Биологическая роль белков и пептидов.	<i>знает:</i> классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул. <i>умеет:</i> осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков. <i>владеет:</i> методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.	Оценка за контрольную работу №2 (4-ий семестр)
Раздел 3. Биологическая роль белков и пептидов.	<i>знает:</i> классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул. <i>умеет:</i> осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков. <i>владеет:</i> методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.	Оценка за презентацию (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
«Структура и функции пептидов и белков»
основной образовательной программы
19.04.01 «Биотехнология»
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»
Форма обучения: очная

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



РХТУ им. Д.И. Менделеева
 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: *Комарницкая Елена Анатольевна*
Проректор по образованию,
Ректорат

Подписан: 01:09:2025 12:39:31