

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биоинформатика»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:  
д.т.н., доцентом кафедры биотехнологии С.В. Калёновым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 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:

### Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	УК-1.3. Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;

### 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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм,	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических	ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.	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

<p>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.</p>	<p>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 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</p>	<p>производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>		<p>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 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.</p>
---	--	---	--	--

	<p>качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</li> </ul> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения</li> </ul>			<p>В. Управление действующими технологическими процессами и производством.</p> <p>В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><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.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция</p>
--	---	--	--	--

	<p>биотехнологических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> <li>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</li> <li>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</li> </ul>			<p>инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	---	--	--	---

**Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности**

<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур</li> </ul>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их</p>	<p>ПК-3.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной</li> </ul>	<p>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</p>
---	---	--	---	---

	<p>животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения</p>	<p>взаимодействии с окружающей средой.</p>	<p>биотехнологии и биоинженерии;</p> <p>– закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования;</p> <p>– метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма;</p> <p>– особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками,</p> <p>– особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в промышленных и природных системах;</p> <p>– способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах;</p>	<p>требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов.</p> <p>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 седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</p> <p>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.</p>
--	---	--	---	---

	<p>биотехнологических процессов.</p>		<p>– основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p> <p>ПК-3.2. Умеет:</p> <p>– определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования;</p> <p>– 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</p>	<p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><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></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p>
--	--------------------------------------	--	--	---

			<p>биотехнологическими и генетическими методами;</p> <p>– анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.</p>	<p>В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий»</i>, утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий.</p> <p>А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.</p>
	<p>ПК-4 – способен целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях, провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <p>– классификацию, описание и особенности промышленных объектов биотехнологии (ферментов, вирусов, микроорганизмов, животных и растительных клеток);</p> <p>– современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами;</p> <p>– методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии промышленных объектов биотехнологии.</p>		
	<p>ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для</p>	<p>ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических,</p>		

		физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	химических, биохимических и генетических характеристик.	
--	--	--	---	--

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0

Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6	28,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**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.	17	0	4	0	5	0	0	0	8
2	Раздел 2. Языки программирования, базы данных, управление биопроцессом, обработка результатов эксперимента.	19	0	4	0	5	0	0	0	10
3	Раздел 3. Специализированные ресурсы в области биологической информации, форматы, программные пакеты, подходы к выборке и обработке информации.	19	0	4	0	5	0	0	0	10
4	Раздел 4. Подходы к выравниванию последовательностей: алгоритмы, методы, интерпретация результатов. Методы предсказания белковых структур. Гомология, филогения, эволюционные деревья. Фармакоинформатика.	15	0	3	0	2	0	0	0	10
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>

## 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
	<b><i>Знать:</i></b>				
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;	+	+	+	+
	<b><i>Уметь:</i></b>				
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.	+	+	+	+
	<b><i>Владеть:</i></b>				
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;	+	+	+	+	
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции:</b>						
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>				
14	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	+	+	+	+
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;	+	+	+	+
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:</b>						
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>				
15	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и	ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного	+	+	+	+

	качества выпускаемой продукции.	доступа и контроля для ведения технологического процесса.				
16	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.	ПК-3.1. Знает: – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии; – закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования; – метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма; – особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками, – особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в	+	+	+	+

		<p>промышленных и природных системах;  – способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах;  – основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p>				
		<p>ПК-3.2. 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</p>	+	+	+	+

		качества продукции биотехнологическими и генетическими методами; – анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.				
17	ПК-4 – способен целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях, провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – классификацию, описание и особенности промышленных объектов биотехнологии (ферментов, вирусов, микроорганизмов, животных и растительных клеток); – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии промышленных объектов биотехнологии.	+	+	+	+
18	ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Знакомство с банками данных Swiss-Prot, PubMed и др., специализированными поисковыми системами.	5
2	2	Ознакомление с автоматизированным биотехнологическим стендом. Написание программ сбора данных, фильтрации, анализа поступающих сигналов с датчиков, управления исполнительными механизмами, регулирования параметров на LabVIEW.	5
3	3	Методология работ по подбору праймеров для ПЦР-анализа.	5
4	4	Выравнивание последовательностей. Ознакомление с программами, актуальными на момент обучения.	1
5	4	Филогенетические деревья. Реконструкция филогенетических деревьев.	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 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 *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные 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 – зачет с оценкой)**

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 *зачет с оценкой* – 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 зачета с оценкой (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 указанному 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

_____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b> <b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b> <b>Дисциплина «Биоинформатика»</b>
<b>Билет № 1</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цели и типы выравнивания последовательностей. Основные алгоритмы и методы.</li> <li>2. Стратегии предсказания генов.</li> </ol>	

## 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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
<p>обработки и представления информации.</p>	<p>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;</p> <p><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.</p> <p><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</p>	<p>Оценка за зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>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.</p>	
<p>Раздел 2. Языки программирования, базы данных, управление биопроцессом, обработка результатов эксперимента.</p>	<p><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;</p> <p><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,</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 Оценка за зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>описания, идентификацию и классификацию биологических объектов с целью формирования представлений о многообразии животного и растительного мира ценностной ориентации на охрану жизни и природы.</p> <p><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.</p>	
<p>Раздел 3. Специализированные ресурсы в области биологической информации, форматы, программные пакеты, подходы к выборке и обработке информации.</p>	<p><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;</p> <p><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</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>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.</p> <p><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.</p>	
<p>Раздел 4. Подходы к выравниванию последовательностей: алгоритмы, методы, интерпретация результатов. Методы предсказания белковых структур. Гомология, филогения,</p>	<p><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</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>эволюционные деревья. Фармакоинформатика.</p>	<p>современных системах автоматизации биотехнологического производства и эксперимента: сборе данных, управлении биотехнологическим процессом;</p> <p><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.</p> <p><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,</p>	

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Генная и белковая инженерия»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 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:

### Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	УК-1.3. Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;

### 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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений,	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств,	ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.	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

<p>предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>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 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</p>	<p>стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>		<p>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 седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</p> <p>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</p>
---	---	--	--	---

	<p>продуктов и готовой продукции;  – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.  Объекты профессиональной деятельности:  – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;  – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;  – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;  – регламенты на</p>			<p>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.  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», 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</p>
--	--	--	--	---

	<p>производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>			<p>назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><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></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности:</p> <p>– получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.</p>	<p>ПК-3.1. Знает:</p> <p>– специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии;</p> <p>– закономерности и особенности процессов</p>	<p>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.</p> <p>Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов.</p>

	<p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>		<p>биосинтеза, способы их регулирования;</p> <p>– метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма;</p> <p>– особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками,</p> <p>– особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в промышленных и природных системах;</p> <p>– способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах;</p> <p>– основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах,</p>	<p>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 седьмым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ.</p> <p>А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p>
--	--	--	---	--

			<p>экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p>	<p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ. С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p>
			<p>ПК-3.2. 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.</p>	<p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий»</i>, утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий. 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></p>

		<p>ПК-4 – способен целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях, провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>ПК-4.1. Знает:  – классификацию, описание и особенности промышленных объектов биотехнологии (ферментов, вирусов, микроорганизмов, животных и растительных клеток);  – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами;  – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии промышленных объектов биотехнологии.</p>	<p>«Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утверждённый 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.</p>
		<p>ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-</p>	<p>ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.</p>	

		генетических исследований.		
--	--	----------------------------	--	--

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6	28,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**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	4	0	2	0	2	0	0	0	0
2	Раздел 1. Ферменты, используемые в генной инженерии.	16	0	3	0	3	0	0	0	10
3	Раздел 2. Этапы клонирования ДНК.	15	0	4	0	4	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.	13	0	3	0	3	0	0	0	7
6	Раздел 5. Получение генно-инженерных организмов	13	0	3	0	3	0	0	0	7
7	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>

## 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 легирования 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 поведении генноинженерных работ.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел				
		1	2	3	4	5
	<b>Знать:</b>					
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;		+	+		
	<b>Уметь</b>					
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;		+	+	+	+
	<b>Владеть</b>					
9	техникой изменения субстратной специфичности ферментов и специфичности рецепторов в отношении лигандов;	+		+	+	+
10	методами случайного мутагенеза;	+	+	+	+	+
11	- скринингом и отбором белков с требуемыми свойствами			+	+	+
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции:</i></b>						
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>				
12	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	+	+	+	+
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов	+	+	+	+

		и прогнозировать результат каждого из них;					
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b>							
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>					
13	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.	+	+	+	+	+
14	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.	ПК-3.1. Знает: – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии; – закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования; – метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма; – особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками, – особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций	+	+	+	+	+

		<p>микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в промышленных и природных системах;</p> <p>– способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах;</p> <p>– основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p>					
		<p>ПК-3.2. Умеет:</p> <p>– определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования;</p> <p>– 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;</p> <p>– анализировать последствия</p>	+	+	+	+	+

		биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.					
15	ПК-4 – способен целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях, провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – классификацию, описание и особенности промышленных объектов биотехнологии (ферментов, вирусов, микроорганизмов, животных и растительных клеток); – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии промышленных объектов биотехнологии.	+	+	+	+	+
16	ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.	+	+	+	+	+

## 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.	1,5
2	1	Ферменты, используемые в генной инженерии.	1,5
3	2	Понятие вектора и его емкости.	1
4	2	Понятие библиотеки, ее репрезентативность. Методы синтеза кДНК. Способы введения ДНК в клетки.	1
5	2	Функциональная классификация векторов: экспрессирующие векторы, челночные (бинарные) векторы	1
6	2	Рекомбинирование — альтернативный подход к получению рекомбинантных молекул ДНК. Системы регулируемой экспрессии рекомбинантных генов.	1
7	3	Введение в белковую инженерию. Две стратегии получения новых белков.	2
8	4	Достижения белковой инженерии.	3
9	5	Проблема биобезопасности при поведении генноинженерных работ.	3

## 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 III типов — основные инструменты генной инженерии.
3. ДНК-метилазы.
4. ДНК-лигазы РНК-лигаза бактериофага T.
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 контрольные 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 III 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-метиلاзы. Использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК.
6. ДНК-лигазы. Механизм лигирования ДНК T4-ДНК-лигазой.
7. РНК-лигаза бактериофага T<sub>4</sub>.
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. Рекомбинирование — 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 поведении 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 3-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.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b>
	<b>Магистерская программа «Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b>
	<b>Дисциплина «Генная и белковая инженерия»</b>
<b>Экзаменационный билет № 1</b>	
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](http://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](http://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://muotr.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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от	2	бессрочная

(неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10		
--	--	--	--

## 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 библиотеки 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 генноинженерных работ.	<i>Знает:</i> понятие о библиотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей; <i>Умеет:</i> получать крупные рестрикционные фрагменты ДНК; проводить	Оценка за контрольную работу №3 (3-ий семестр) Оценка за реферат Оценка за зачет (3-ий семестр)

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>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</p>	

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Деловой иностранный язык»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

(Код и наименование направления подготовки)

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

(Наименование магистерской программы)

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.фил.н., к.э.н., доцентом кафедры иностранных языков И.А. Кузнецовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков «20» апреля 2022 г., протокол № 9.

## 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), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Деловой иностранный язык»** относится к обязательной части блока 1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык» уровень бакалавриата.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования, а также выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

### **Задачи дисциплины:**

– формирование навыков профессионально-ориентированного и делового общения на иностранном языке в виде письменной и устной речи путем создания у магистров пассивного и активного запаса лексики, в том числе деловой, общенаучной и специальной терминологии, необходимой для работы над типовыми текстами, ознакомления с грамматическими структурами, типичными для стиля деловой речи;

– формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Деловой иностранный язык»** преподается в 1 семестре (очная форма обучения). Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникации	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<p>УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения;</p> <p>УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;</p> <p>УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);</p> <p>УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях;</p> <p>УК-4.5 Владеет развитыми навыками общения с использованием дистанционных технологий, компьютерных программных оболочек, платформ и сетей.</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

- вести деловую переписку на изучаемом языке;
- работать с оригинальной литературой по специальности;
- работать со словарем;
- вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

- иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3,0</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>34,0</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,0	0,0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38,0	28,5
<b>Виды контроля:</b>			
<i>Вид контроля из УП</i>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36,0</b>	<b>27,0</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. Часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
1.1	Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)	6	-	2	-	4
1.2	Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.	6	-	4	-	2
1.3	Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.	6	-	2	-	4
1.4	Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).	6	-	4	-	2
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
2.1	Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.	6	-	2	-	4
2.2	Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.	6	-	4	-	2
2.3	Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).	6	-	2	-	4

2.4	Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.	6	-	4		2
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>14</b>
3.1	Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.	6	-	2	-	4
3.2	Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.	6	-	4	-	2
3.3	Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.	6	-	2	-	4
3.4	Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».	6	-	2	-	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>38</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.**

1.1 Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)

1.2 Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.

1.3 Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.

1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

### **Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.**

2.1 Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.

2.2 Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.

2.3 Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

### **Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.**

3.1 Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

3.2 Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.

3.3 Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.

3.4 Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	<b>Знать:</b>				
1	– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;		+		
2	– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;	+	+	+	
3	– основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;	+	+	+	
4	– пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;	+		+	
5	– приемы работы с оригинальной литературой по специальности		+	+	
	<b>Уметь:</b>				
6	– вести деловую переписку на изучаемом языке;	+	+	+	
7	– работать с оригинальной литературой по специальности;	+	+	+	
8	– работать со словарем;	+	+	+	
9	– вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации			+	
	<b>Владеть:</b>				
10	– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;	+	+		
11	– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;		+	+	
12	– основной иноязычной терминологией специальности;	+	+		
13	– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</b>					
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>			
14	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения;	+	+	+
		– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+	+

		– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);	+	+	+
		– УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях;	+	+	+
		– УК-4.5 Владеет развитыми навыками общения с использованием дистанционных технологий, компьютерных программных оболочек, платформ и сетей.	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

##### Очная форма обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	Раздел 1	Практическое занятие 1. Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)	2
2.	Раздел 1	Практическое занятие 2. Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.	4
3.	Раздел 1	Практическое занятие 3. Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.	2
4.	Раздел 1	Практическое занятие 4. Практика устной речи по теме. «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).	4
5.	Раздел 2	Практическое занятие 5. Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.	2
6.	Раздел 2	Практическое занятие 6. Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.	4
7.	Раздел 2	Практическое занятие 7. Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).	2
8.	Раздел 2	Практическое занятие 8. Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.	4
9.	Раздел 3	Практическое занятие 9. Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.	2
10.	Раздел 3	Практическое занятие 10. Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.	4
11.	Раздел 3	Практическое занятие 11. Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.	2

12.	Раздел 3	Практическое занятие 12. Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».	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:

- 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;
- выполнение упражнений и тестовых заданий по тематике дисциплины;
- самостоятельную проработку теоретического материала по темам занятий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу практического курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) по дисциплине.

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

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и оценки за *экзамен* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Тематика рефератов не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

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

#### Раздел 1. Контрольная работа № 1.

##### Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

**1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,**

**2 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

**3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,**

**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 5 баллов.**

1. Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в действительном залоге.

### **Water purification**

Water purification is the removal of contaminants from raw water to produce drinking water that is pure enough for human consumption or for industrial use. Substances that are removed during the process include parasites, bacteria, algae, viruses, fungi, minerals (including toxic metals such as Lead, Copper etc.), and man-made chemical pollutants. Many contaminants can be dangerous—but depending on the quality standards, others are removed to improve the water's smell, taste, and appearance. A small amount of disinfectant is usually intentionally left in the water at the end of the treatment process to reduce the risk of re-contamination in the distribution system. Many environmental and cost considerations affect the location and design of water purification plants. There are a number of methods commonly used to purify water. Their effectiveness is linked to the type of contaminant being treated and the type of application the water will be used for.

Filtration: This process can take the form of any of the following:

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.
- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.
- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.
- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

Distillation: Oldest method of purification. Inexpensive but cannot be used for an on-demand process. Water must be distilled and then stored for later use, making it again prone to contamination if not stored properly. Activated carbon adsorption: Operates like a magnet on chlorine and organic compounds. Ultraviolet radiation: At a certain wavelength, this might cause bacteria to be sterilized and other micro organics to be broken down. Deionization: Also known as ion exchange, it is used for producing purified water on-demand, by passing water through resin beds. Negatively charged (cationic) resin removes positive ions, while positively charged one (anionic) removes negative ions. Continuous monitoring and maintenance of the cartridges can produce the purest water.

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

The students were writing down all the data during the experiment.

The researchers will complete the experimental part of their investigation in a week.

They had already completed the experiment when he came.

This technician will have installed the new equipment in our lab by the beginning of the new year.

The production of zinc occurred much later than that of the other common metals.

A number of scientists have confirmed this suggestion.

That matter may exist in three physical states (solid, liquid and gas) is common knowledge.

According to the wave theory, light consists of rapid vibrations.

In the course of his investigations of the solar spectrum, Kirchoff obtained a number of fundamental results.

In 1911, Ernest Rutherford put forward a model of the atom according to which the atom consists of a small, heavy, charged central nucleus surrounded by a charge distribution of the opposite sign.

## **Раздел 2. Контрольная работа № 2.**

### **Примеры заданий к контрольной работе № 2.**

**Контрольная работа содержит 5 заданий:**

**1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,**

**2 задание: Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 5 баллов,**

**3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов.**

Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в страдательном залоге и на инфинитивные конструкции.

Solid wastes are generally composed of non-biodegradable and non-compostable biodegradable materials. The latter refer to solid wastes whose biodeterioration is not complete; in the sense that the enzymes of microbial communities that feed on its residues cannot cause its disappearance or conversion into another compound. Parts of liquid waste materials are also considered as solid wastes, where the dredging of liquid wastes will leave solid sedimentation, to which proper waste management techniques should also be applied. Solid waste pollution is when the environment is filled with non-biodegradable and non-compostable biodegradable wastes that are capable of emitting greenhouse gases, toxic fumes, and particulate matters as they accumulate in open landfills. These wastes are also capable of leaching organic or chemical compositions to contaminate the ground where such wastes lay in accumulation. Solid wastes carelessly thrown in streets, highways, and alleyways can cause pollution when they are carried off by rainwater run-offs or by flood water to the main streams, as these contaminating residues will reach larger bodies of water.

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

The engine to be installed in this car is very powerful.

Most scientists expect major development in the nearest future to take place in biology.

One will naturally think such course of events to be disastrous not only for science but for future of mankind.

He is not only critical of the work of others, but also of his own, since he knows the man to be the least reliable of scientific instruments.

The theory suggested by Dr. McCarty is reported to fit the experimental data.

For any natural physical state to change, some changes of the condition acting upon this state must occur.

We know acids and bases to be extremely useful substance.

In this experiment scientists seemed to have included some new compounds.

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

The purpose of this experiment is to find a solvent for this mixture.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

## **Контрольная работа №3. Примеры заданий к контрольной работе №3.**

**Контрольная работа №3 содержит 3 задания:**

**1 задание: перевод статьи и составление к ней аннотации – 10 баллов,**

**2 задание: письменный перевод предложений, содержащих пройденные грамматические конструкции – 5 баллов,**

**3 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

### **What Are the Causes of Solid Waste Pollution?**

Causes of solid waste pollution are pollutants from households, industrial units, manufacturing units, commercial establishments, landfills, hospitals and medical clinics. The

pollutants from these places may be in the form of non-biodegradable matter or non-compostable degradable matter.

Trash collected from households often takes the form of plastic bags and organic waste. Solid feces flowing out of homes and into sewers pollute underground water. Commercial establishments also pile up a lot of such waste matter. Industrial units involved in manufacturing produce toxic solid waste, such as slag, from the industrial process of obtaining metals from their ores.

Hospitals and clinics also produce waste in the form of disposable syringes, used test tubes, plastic bags used for collecting blood, cotton swabs and used bandages. Such solid waste needs careful handling and disposal. The soil becomes polluted with dangerous medical waste when such matter is disposed of directly into landfills.

Solid waste is usually dumped in landfills. Landfills are large pits in the ground that act as garbage disposal places. The biodegradable matter in landfills becomes a part of the soil gradually. The toxic non-biodegradable and non-compostable matter poses a health hazard as it does not decompose but mixes with the soil and the underground water.

Industrial incinerators are used to burn trash on a large scale. They cause pollution by emitting greenhouse gases while burning solid waste.

Recycling reduces pollution by cutting down on the amount of waste that sits in landfills and clutter that dirties streets, parks, roadsides, rivers and lakes. Solid waste material that ends up in landfills causes air pollution in the form of methane gas emissions. Recycling more waste reduces the amount of methane that escapes into the air. Recycling also reducing the production of virgin resources which process contributes to pollution.

When products such as glass, paper, plastic, wood and metals are thrown away and left to rot in a landfill, their presence leads to increased pollution. Likewise, trash that is thrown on the ground by pedestrians and motorists increases pollution. That debris scatters about and becomes an eyesore and environmental hazard.

Reclaiming city streets, parks, highways and waterways from the pollution created by trash and debris is a major priority for most cities across the United States. Pollution must constantly be monitored so that it does not get out of control and become overly destructive to the environment. When people are careless with trash, their behavior can ruin land and important waterways.

In a world that is increasingly crowded, recycling is crucial in order to prevent the further sprawl of toxic landfills that threaten the delicate balance of the ecosystem. Support the planet by separating recyclable materials into bins or taking materials to recycling centers.

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

1. The phlogiston theory is a theory that postulated that a fire-like element called phlogiston is contained within combustible bodies and released during combustion.

2. The theory attempted to explain burning processes such as combustion and rusting, which are now collectively known as oxidation.

3. The theory of phlogiston was suggested by the German Georg Ernst Stahl in the early 18th century

4. Phlogiston remained the dominant theory until the 1780s when Lavoisier showed that combustion requires a gas that has mass (oxygen) and could be measured by means of weighing closed vessels

5. The development of the electrochemical theory of chemical combinations occurred in the early 19th century as the result of the work of two scientists in particular.

6. Davy discovered nine new elements including the alkali metals by extracting them from their oxides with electric current.

7. The current model of atomic structure is the quantum mechanical model.

8. Traditional chemistry starts with the study of elementary particles, atoms, molecules, substances, metals, crystals and etc.

9. This matter can be studied in solid, liquid, or gas states, in isolation or in combination.

10. The interactions, reactions and transformations that are studied in chemistry are usually the result of interactions between atoms, leading to rearrangements of the chemical bonds which hold atoms together.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

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

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

*Примерный перечень вопросов:*

1. Лексическая система языка.
2. Слово как важнейшая, относительно самостоятельная единица языка. Слово и его дефиниции. Обобщающая функция слова.
3. Лексическое значение слова. О понятии «лексика».
4. Науки, изучающие лексику (лексикология, семасиология, лексикография, фразеология, этимология и др.).
5. Пути пополнения лексики: развитие полисемии, заимствования, в том числе калькирование, словообразование.
6. Историческое изменение словарного состава языка. Этимология. Фразеология.
7. Лексикография. Основные типы лингвистических словарей.
8. Строение словарной статьи толкового и двуязычного словаря. Содержание словарной статьи.
9. Грамматический строй языка.
10. Основные единицы грамматического строя языка. Структура слова и словообразование.
11. Грамматическое значение и его формальные показатели.
12. Полифункциональность грамматических форм и взаимодействие грамматики с лексикой. Способы и средства выражения грамматических значений.
13. Грамматическая категория. Словоизменяемые и несловоизменяемые категории.
14. Классификации языков.
15. Принципы классификации языков: географический, культурно-исторический, этногенетический, типологический и др.
16. Индоевропейская языковая семья, её основные группы. Языки мёртвые и живые.
17. Праязык-основа. О прародине индоевропейского языка-основы.
18. Взаимодействие лингвистики с археологией, историей, этнографией и другими науками.

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

### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр)**

*Экзамен* по дисциплине «*Деловой иностранный язык*» проводится в 1 семестре (очная форма обучения) и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<p>«Утверждаю» Заведующая кафедрой иностранного языка (Должность, наименование кафедры)</p> <p>_____ Кузнецова Т.И. (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 2021 г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра иностранных языков</b></p>
	<p><b>19.04.01 Биотехнология</b></p> <p><b>Профиль – «Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b></p>
	<p><b>Деловой иностранный язык</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Письменный перевод текста с английского языка на русский.</p>	
<p>2. Устный перевод отрывка текста (с листа).</p>	
<p>3. Сообщение и беседа по одной из пройденных тем Ответы на вопросы.</p>	

1. Вопрос. Выполните письменный перевод текста с английского языка на русский (со словарем).

The term ecology is sometimes confused with the term environmentalism. Environmentalism is a social movement aimed at the goal of protecting natural resources or the environment, and which may involve political lobbying, activism, education, and so forth. Ecology is the science that studies living organisms and their interactions with the environment. As such, ecology involves scientific methodology and does not dictate what is "right" or "wrong." However, findings in ecology may be used to support or counter various goals, assertions, or actions of environmentalists.

Consider the ways an ecologist might approach studying the life of honeybees:

- The behavioural relationship between individuals of a species is behavioural ecology—for example, the study of the queen bee, and how she relates to the worker bees and the drones.

- The organized activity of a species is community ecology; for example, the activity of bees assures the pollination of flowering plants. Bee hives additionally produce honey, which is consumed by still other species, such as bears.

- The relationship between the environment and a species is environmental ecology—for example, the consequences of environmental change on bee activity. Bees may die out due to environmental changes. The environment simultaneously affects and is a consequence of this activity and is thus intertwined with the survival of the species.

2. Вопрос. Выполните устный перевод отрывка текста (с листа).

Hydroxide

Hydroxide is a chemical compound that contains the hydroxyl (-OH) radical. The term refers especially to inorganic compounds. Organic compounds that have the hydroxyl radical as a functional group are called alcohols; the hydroxyl radical is also present in the carboxyl group of organic acids. Most metal hydroxides are bases, forming solutions that have an excess of OH<sup>-</sup> ions and a pH greater than 7, they neutralize acids, and change the colour of litmus from red to blue. Alkali metal hydroxides such as sodium hydroxide are considered to be strong bases and are very soluble in water; alkaline-earth metal hydroxides such as calcium hydroxide are much less soluble in water and are not as strongly basic. Magnesium hydroxide is only slightly basic. Some hydroxides (e.g., aluminium hydroxide) exhibit amphotericism<sup>1</sup>, having either acidic or basic properties depending on the reaction in which they are involved. The hydroxides of some non-metallic elements are acidic; the hydroxide of sulphur, S(OH)<sub>6</sub>, spontaneously loses two molecules of water to form sulphuric acid, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ammonium hydroxide, NH<sub>4</sub>OH, is a weak base known only in the solution that is formed when the gas ammonia, NH<sub>3</sub>, dissolves in water.

3. Вопрос: Беседа по теме: Mendeleev University.
1. Speak about the foundation and structure of the university.
2. What kind of subjects do you study?

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Кузнецова Т.И., Воловикова Е.В., Кузнецов И.А. Английский язык для химиков – технологов. Учебное пособие. М. РХТУ, 2017 г. – 400 с.
2. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н., Кузнецов И.А., Коваленко Н.Г. Английский язык. Учебное пособие по практике устной речи. РХТУ, Москва, 2015 г. – 78 с.
3. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н. Сборник упражнений по основным разделам грамматики английского языка. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2018 г. – 39 с.
4. Кузнецова Т.И. Английский язык. Методические указания к практическим занятиям по теме: Структура предложения. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2012 г.
5. Кузнецова Т.И. Марченко А.Н. Кузнецов И.А. Английский язык для магистрантов по направлению «Химия» Учебное пособие. М. РХТУ, 2018 г.
6. Кузнецов И.А., Кузнецова Т.И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещенный в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Кузнецов Т.И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва:РХТУ, 2018.
7. Беляева, И.В. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Беляева, Е.Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Кузнецова Т.И. Методические указания по курсу «Английский язык». Грамматические тесты. М.: РХТУ, 2016.
2. М.Г. Рубцова. Чтение и перевод научной и технической литературы: лексико-грамматический справочник. Учебник. 2-е изд. испр. и доп. М.: Астрель: АСТ, 2017.
3. Серебренникова Э.И., Круглякова И.Е. Учебник английского языка для химико-технологических вузов. Москва. Альянс 2009.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
  - Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;
  - <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
  - <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
  - <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
  - <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
  - <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
  - <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box;

- <http://www.multilex.mail.ru> – двуязычные англо-русские и русско-английские словари, двуязычные специализированные словари, толковые словари иностранных языков;
- <http://www.slovari.yandex.ru> – энциклопедические словари, словари русского языка и двуязычные словари Lingvo;
- <http://www.spanishpodcast.org/info@spanishpodcast.org> – собрание аудио- и видеозаписей выступлений деятелей политики, экономики, культуры, религиозных деятелей;
- <http://www.Wordreference.com> – международный толковый словарь;
- <http://www.Multitran.ru> – лучший словарь-переводчик;
- <http://www.Vocabulix.com> – пополнение словарного запаса;
- [www.multitran.ru](http://www.multitran.ru) – Система электронных словарей «Мультитран»;

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300).

Аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения; компьютерный класс, оргтехника, теле- и аудиоаппаратура (всё – в стандартной комплектации для практических занятий и самостоятельной работы); доступ к сети Интернет.

Аудиторная и самостоятельная работа студентов обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем разделам дисциплины. Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным разделам изучаемой дисциплины, основным практическим и контрольным заданиям для промежуточного и итогового контроля.

## **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «*Деловой иностранный язык*» 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. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам занятий.

### **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; копируемые 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 занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; 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.

<b>№</b>	<b>Электронный ресурс</b>	<b>Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей</b>	<b>Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором</b>
----------	---------------------------	--	--

1	<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя  Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»  Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя  Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»  Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>Сумма договора – 498445-10</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p>

		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>
2	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека</p> <p>Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

		неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	
4	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021  Сумма контракта 680 580-00  С 01.01.2022 по 31.12.2022  Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>  Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
5	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022  Сумма договора – 478 304.00  С 16.03.2022 по 15.03.2023  Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>  Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
6	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022  Сумма договора – 258 488 -	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

		<p>00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
7	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022</p> <p>Сумма договора – 31 500-00</p> <p>С 06.04.2022 по 05.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
8	Информационно-аналитическая система Science Index	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»</p> <p>Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022</p> <p>Сумма договора – 108 000-00</p> <p>С 11.04.2022 по 10.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей –</p>	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

	локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	
--	---------------------------------------	--

А также всевозможные одноязычные и двуязычные книжные и электронные словари, справочники, программы поиска информации:

- ABYY Lingvo 12 «Многоязычная версия» – электронные словари;
- Многоязычный электронный словарь «МультиЛекс Делюкс б»;
- Компьютерная программа Sound Forge (аудио редактор) для воспроизведения, составления и редактирования аудио текстов;
- PROMT Expert 8.0 – система для профессионального перевода документов;
- Средства звукозаписи (предпочтительно – цифровой диктофон или планшетный компьютер) помогают студенту осуществлять самоконтроль в процессе обучения устной речи.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996.

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005.

Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999.

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010.

Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995.

Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998.

Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997.

Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011.

Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007.

Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	O365ProPlusOpen Fclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Контракт № 90-133ЭА/2021	12 месяцев (ежегодное продление	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Стандартный Russian Edition.	от 07.09.2021	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	
6.	O365ProPlusOpen Students ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft  Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
7.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
8.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ABBYY Lingvo (многоязычная)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	5 лицензий	бессрочно	Да
9.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10,	5 лицензий	бессрочно	Да

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Реквизиты договора поставки</b>	<b>Срок окончания действия лицензии</b>	<b>Примечание</b>	<b>Возможность дистанционного использования</b>
	программу для ЭВМ) Promt standard Гигант	Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10			
10.	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт от 15.06.2021 № 42-62ЭА/2021	не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2022	Да

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– русские эквиваленты основных слов и выражений деловой и профессиональной речи;</li> <li>– основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности;</li> <li>– пассивную и активную лексику, в том числе деловую, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации;</li> <li>– работать с оригинальной литературой по специальности;</li> <li>– работать со словарем.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации;</li> <li>– основной иноязычной терминологией специальности.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр)</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;</li> <li>– русские эквиваленты основных слов и выражений деловой и профессиональной речи;</li> <li>– основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности;</li> <li>– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работать с оригинальной литературой по специальности;</li> <li>– работать со словарем;</li> <li>– вести деловую переписку на изучаемом языке.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой, деловой и профессиональной коммуникации;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр)</p>

<p><b>Раздел 3.</b> Профессиональная коммуникация в сфере делового общения</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;</li> <li>– основной иноязычной терминологией специальности.</li> </ul> <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;</li> <li>– основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности;</li> <li>– пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;</li> <li>– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работать с оригинальной литературой по специальности;</li> <li>– работать со словарем;</li> <li>– вести деловую переписку на изучаемом языке;</li> <li>– вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;</li> <li>– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;</li> <li>– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)</p>
--	--	---

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Деловой иностранный язык»**

**основной образовательной программы**

19.04.01 Биотехнология

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Дополнительные главы математики»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«25» мая 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022 г.**

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. Е.Л.Гордеевой, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «30» апреля 2022 г., протокол № 7

## 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), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им.Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» относится к дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать основы высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, изучаемые в курсе «Математика» бакалавриата.

**Цель дисциплины** – знакомство с современными методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием средств информационных технологий на основе углублённого изучения курса математической статистики.

**Задачи дисциплины** – получение представлений об актуальных проблемах использования статистических методов в химии и химической технологии, а также практическая реализация основных подходов к анализу данных с использованием вероятностно-статистических методов.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» преподаётся во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций:

2.1. **Общепрофессиональные:**

- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4).

2.2. **Профессиональные:**

- способностью представлять результаты выполненной работы в виде научно-технических отчетов, обзоров, научных докладов и публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий и с учетом требований по защите интеллектуальной собственности (ПК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;
- методы регрессионного и корреляционного анализа;
- основы дисперсионного анализа;
- методы анализа многомерных данных;
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных;

**уметь:**

- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих

научных исследований;

- использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.

**владеть:**

- базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;
- практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;
- методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	0,5	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	1,06	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6		37,6
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,3	1,06	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,2		28,2
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>	

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Часов
-------------------	-------

№ п/п		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
	<b>Раздел 1. Основы математической статистики</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
1.1	Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.	6	2	1	3
1.2	Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы. Получение статистических оценок распределения выборки	6	1	2	3
1.3	Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения. Проверка гипотез непараметрическими методами.	6	2	1	3
1.4	Методы исследования взаимосвязи признаков. Выборочные коэффициенты корреляции (выборочный коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена, Кендалла) Оценка значимости коэффициентов корреляции	6	1	2	3
	<b>Раздел 2. Статистические методы анализа данных</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>
2.1	Основы дисперсионного анализа	12	2	2	8
2.2	Регрессионный анализ. Построение уравнения регрессии от одного параметра	12	2	4	6
	<b>Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
3.1	Понятие о методах анализа многомерных данных. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Множественная регрессия.	8	2	2	4
3.2	Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ.	8	2	2	4
3.3	Основные методы классификации: кластерный и дискриминантный	8	2	2	4

	анализ. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.				
	<b>Всего часов:</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>38</b>

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Основы математической статистики

1.1. Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.

1.2. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.

1.3. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию  $\chi^2$ – Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона.

1.4. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

### Раздел 2. Статистические метода анализа данных

2.1. Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

2.2. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

### Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных

3.1. Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ.

3.2. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа.

3.3. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен	Разделы		
	1	2	3
<b>Знать:</b>			

– основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;	+	+	+
- методы регрессионного и корреляционного анализа;	+	+	+
- основы дисперсионного анализа;	+	+	+
- методы анализа многомерных данных;	+	+	+
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных	+	+	+
<b>Уметь:</b>			
– анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;	+	+	+
- использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач	+	+	+
<b>Владеть:</b>			
– базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;	+	+	+
- практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;	+	+	+
- методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные компетенции:</b>			
– готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4)	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b>			
- способностью представлять результаты выполненной работы в виде научно-технических отчетов, обзоров, научных докладов и публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий и с учетом требований по защите интеллектуальной собственности (ПК-3)	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	1.1 1.2	<b>Практическое занятие 1</b> Предварительная обработка экспериментальных данных. Описательная статистика. Получение статистических оценок распределения выборки	2

2.	1.3	<b>Практическое занятие 2</b> Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий согласия $\chi^2$ -Пирсона, критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона.	2
3.	1.4	<b>Практическое занятие 3</b> Вычисление выборочных коэффициентов корреляции. Выборочные коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла.	2
4.	1.1-1.4	<b>Контрольная работа № 1</b>	2
5.	2.1	<b>Практическое занятие 4</b> Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ	2
6.	2.2	<b>Практическое занятие 5</b> Регрессионный и корреляционный анализ. Построение уравнения регрессии и его анализ	2
7.	2.1-2.2	<b>Контрольная работа № 2</b>	2
7.	3.1-3.3	<b>Практическое занятие 6</b> Основные методы обработки многомерных данных: метод главных компонент, факторный анализ, методы классификации	2
9.	3.1–3.3	<b>Контрольная работа № 3</b>	2
<b>ИТОГ</b>	<b>18 часов</b>		

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление с рекомендованной литературой, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- 28.** регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 29.** выполнение домашних заданий и применение информационных технологий при выполнении домашних заданий;
- 30.** подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (2 семестр) по дисциплине.

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

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную

работу 20 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.**

#### Вариант № 1

- Для выборки объемом  $n=10$ , полученной из нормально распределённой генеральной совокупности найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность  $\gamma = 0,95$ :

20,4 21,9 18,7 16,4 19,7 18,9 22,5 16,1 22,0 14,3

- Используя  $\chi^2$ - критерий, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими  $m_i$  и теоретическими  $m_i^{\text{теор}}$  частотами, которые вычислены, исходя из гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности.

$m_i$	6	12	23	31	28
$m_i^{\text{теор}}$	7	10	21	35	27

- Проведено измерение мощности горизонта А ( $y$ , см) вдоль некоторой линии через 1 м ( $x$ ):

$x$ , м	0	1	2	3	4	5
$y$ , см	5	7	6	10	9	12

Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена и оценить его значимость при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

- Для проверки стабильности электролиза растворов хлоридов щелочных металлов определяли содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до ( $x$ ) и после ( $y$ ) фильтра:

$x$	100,1	115,1	130,0	93,6	108,3	137,2	104,4	97,3
$y$	96,6	115,6	125,5	94,0	103,3	134,4	100,2	97,3

При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  выяснить, есть ли различие между обеими сериями анализов.

#### Вариант № 2

- Для выборки объемом  $n=10$ , полученной из нормально распределённой генеральной совокупности, найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность  $\gamma = 0,95$ :

1,8 6,1 10,2 5,4 6,5 2,9 9,4 1,5 4,7 3,6

2. Используя критерий  $\chi^2$  - Пирсона, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить равномерность распределения, если наблюдаемые частоты для некоторого признака принимают значения:

9, 8, 10, 15, 8.

3. Из двух партий изделий, изготовленных на одинаково настроенных станках, извлечены малые выборки. Результаты для контролируемых размеров I и II станков:

I станок	2.5	2.7	2.9	3.1	II станок	2.4	2.6	2.8
$n_i$	2	3	4	1	$m_i$	2	3	7

Требуется проверить гипотезу о равенстве средних размеров изделий. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально и выборки независимы ( $\alpha = 0,05$ ).

4. В таблице приводятся данные о выходе продукта (в %) без катализатора и в присутствии катализатора.

Без катализатора	80	87	92	54	93	76	63	59
С катализатором	94	96	92	52	88	70	62	90

Можно ли считать, что присутствие катализатора увеличивает выход продукта? Принять уровень значимости  $\alpha=0,05$ .

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

### Вариант № 1

1. Исследовалась очистка сточных вод способом осаждения твёрдых частиц в течение определённого срока отстоя:

Срок, дни	Величина осадка, г/м <sup>3</sup> воды			
	15	8,0	8,4	9,0
20	8,2	9,0	10,0	10,0
25	11,0	13,0	12,0	

Необходимо выяснить, существенно ли влияние длительности отстоя на величину осадка твёрдых частиц. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

2. Исследовалось влияние на выход продукта двух видов катализаторов А, Б и трёх различных технологий получения. В таблице приведены величины выхода продукта в тоннах. Влияют ли факторы (вид катализатора и технология) на выход продукта? Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

Вид катализатора	Технология		
	1	2	3
А	1,3	1,5	1,7
Б	2,7	2,0	2,2

3. Получены экспериментальные данные растворимости хлорида бария в воде ( $\nu$ ) в

присутствии хлорида кальция ( $x$ ) при  $70^{\circ}\text{C}$  (объём выборки  $n = 5$ ):

$x, \%$	0	5	8	10	15
$y, \%$	32	25	20	17	11

Найти уравнение линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x$  зависимости растворимости хлорида бария от содержания хлорида кальция .

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x + b_2x^2$  , оценить значимость уравнения регрессии и значимость коэффициентов уравнения регрессии. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$  .

$x$	0	1	2	3	4	5	6
$y$	2	7	9	13	16	18	20

### Вариант № 2

1. Оценить значимость различия в производительности реакторов. Средняя производительность трёх реакторов представлена в таблице:

Реактор	Средняя производительность, т/сутки		
1	160	161	165
2	150	164	164
3	146	155	160

Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

2. Выход вещества (в % ) при температуре  $10^{\circ}\text{C}$  и  $20^{\circ}\text{C}$  (фактор А) и продолжительности процесса кристаллизации 7 ч и 17 ч (фактор Б) представлен в таблице. Оценить значимость различия в выходе продукта при разной температуре и продолжительности процесса кристаллизации, а также значимость взаимного влияния температуры и продолжительности процесса на выход продукта. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

Т	Время	Выход, %			
$10^{\circ}\text{C}$	7 ч	40	30	30	50
	17 ч	90	80	65	70
$20^{\circ}\text{C}$	7 ч	70	50	60	70
	17 ч	50	30	30	40

3. Исследовалась зависимость содержания железа ( $y, \%$ ) в кристаллах медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  от содержания  $\text{FeSO}_4$  ( $x, \text{г/л}$ ) в маточном растворе:

$x$	60	70	85	100	105
$y$	0,96	0,93	1,47	1,86	2,48

Найти уравнение линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x$  зависимости содержания железа в кристаллах от содержания  $\text{FeSO}_4$  ( $x, \text{г/л}$ ) в растворе.

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x + b_2x^2$  , оценить значимость уравнения и значимость коэффициентов. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$  .

x	0	1	2	3	4	5	6
y	5	10	14	15	17	21	25

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

**Вариант 1**

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$  по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

x1	3,5	7,4	2,5	3,7	5,5	8,3	6,7	1,2
x2	5,3	1,6	6,3	9,4	1,4	9,2	2,5	2,2
y	64,7	80,9	24,6	43,9	77,7	20,6	66,9	34,3

2. По выборке найдены значения главных компонент для  $i$ -го наблюдения  $f_{i1} = 0,661$ ,  $f_{i2} = -2,151$  и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0,756 & 0,654 \\ 0,756 & 0,654 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$ , если выборочные оценки средних равны  $\bar{x}_1 = 5$ ,  $\bar{x}_2 = 10$ , а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны  $s_1 = 0,072$ ,  $s_2 = 0,333$ .

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота ( $x$ , %) и меди ( $y$ , %):

x	0,15	0,3	0,1	0,2	0,04
y	1,0	0,9	0,2	0,5	0,6

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб ( $X1$ –перспективные и  $X2$ – неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5,0 & 3,3 \\ 4,6 & 3,4 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 5,7 & 2,8 \\ 6,1 & 3,0 \\ 6,0 & 2,7 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 2,5).

**Вариант 2**

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$  по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

x1	7	1	11	11	7	11	3	1
x2	26	29	56	31	52	55	71	31
y	78,5	74,3	104,3	87,6	95,9	109,2	102,7	72,5

2. По выборке найдены значения главных компонент для  $i$ -го наблюдения  $f_{i1} = -0,484$ ,  $f_{i2} = 1,053$  и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0,791 & 0,611 \\ 0,791 & 0,611 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$ , если выборочные оценки средних равны  $\bar{x}_1 = 0,85$ ,  $\bar{x}_2 = 2,307$ , а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны  $s_1 = 0,072$ ,  $s_2 = 0,093$ .

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание серебра ( $x$ , %) и меди ( $y$ , %):

$x$	0,25	0,48	0,8	0,55	0,1
$y$	0,3	0,65	1,4	1,52	0,5

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб ( $X1$  – перспективные и  $X2$  – неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5,0 & 1,4 \\ 5,1 & 1,7 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 6,5 & 4,6 \\ 5,6 & 3,9 \\ 5,7 & 4,5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 4,9).

## 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 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов; вопрос 4 – 10 баллов.

1. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы.
2. Моделирование основных статистических распределений. Инструменты MS Excel для моделирования распределений и получения выборок.
3. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.
4. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий нормально распределённых генеральных совокупностей.
5. Проверка гипотез о математических ожиданиях двух нормально распределённых генеральных совокупностей.
6. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия  $\chi^2$ –Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному и равномерному закону.
7. U-критерий Манна-Уитни: назначение, способ вычисления.
8. T-критерий Вилкоксона: назначение, способ вычисления.
9. Сущность и цели корреляционного анализа. Понятие корреляционной связи. Вычисление ковариационной и корреляционной матриц.
10. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Проверка значимости коэффициента корреляции.
11. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Спирмена. Проверка значимости коэффициента корреляции.

12. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Кендалла. Проверка значимости коэффициента корреляции.
13. Регрессионный анализ: линейная регрессия, множественная линейная регрессия. Получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
14. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
15. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторов и с повторениями.
16. Многомерные статистические методы. Метод главных компонент: назначение, основные задачи, вычисление главных компонент.
17. Алгоритм вычисления главных компонент для многомерных нормальных распределений переменных.
18. Понятие факторного анализа. Алгоритм проведения факторного анализа.
19. Понятие классификации. Линейный дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей. Построение линейной дискриминантной функции.
20. Классификация без обучающих выборок. Кластерный анализ. Иерархический алгоритм кластерного анализа. Построение дендрограммы.

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* (2 семестр) – 40 баллов.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

**Зачет с оценкой** по дисциплине «Дополнительные главы математики» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

<p>«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.</p>	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>					
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b>					
	<b>Кафедра высшей математики</b>					
	<b>18.04.01 Химическая технология</b>					
	<b>Магистерская программа - Промышленная биотехнология и биоинженерия</b>					
	<b>Дополнительные главы математики</b>					
<b>БИЛЕТ № 1</b>						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).</li> <li>2. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия <math>\chi^2</math>-Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному распределению.</li> <li>3. Проведено 5-кратное измерение мощности горизонта А (у, см) вдоль линии через каждые 0,5 м (х):</li> </ol>						
	x, м	0	0,5	1,0	1,5	2,0
	у, см	5	7	6	10	9

Вычислить выборочный коэффициент корреляции Спирмена. Оценить значимость коэффициента корреляции при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

4. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота ( $x$ , %) и меди ( $y$ , %):

$x$	0,1	0,4	0,1	0,2	0,04
$y$	1,0	0,8	0,2	0,5	0,6

Для нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «дальнего соседа».

«Утверждаю»  
Зав. Кафедрой высшей математики  
\_\_\_\_\_ Рудаковская Е.Г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**

**Кафедра высшей математики**

**18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа - Промышленная биотехнология и биоинженерия**

**Дополнительные главы математики**

### БИЛЕТ № 2

1. Линейная регрессия, получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
2. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений и с повторениями.
3. Определялось содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до ( $x$ ) и после ( $y$ ) фильтра:

$x$	100	115	130	93	108	137	104	97
$y$	96	110	120	94	103	134	100	97

При уровне значимости  $\alpha = 0,1$  выяснить, значимо ли различие в содержании NaOH в обеих сериях анализов.

4. Имеются два набора проб ( $X_1$  – перспективные и  $X_2$  – неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X_2 = \begin{pmatrix} 4,6 & 1,5 \\ 4,5 & 1,3 \\ 5,1 & 1,6 \end{pmatrix} \quad X_1 = \begin{pmatrix} 1,4 & 0,3 \\ 1,7 & 0,5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (4,5; 0,2), если найдена несмещённая оценка суммарной ковариационной матрицы: ((0,084; 0,038), (0,038; 0,022)).

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам / Дмитрий Письменный 5-е изд. – М., изд. Айрис-пресс, 2010 г. – 288 с. – (Высшее образование).

2. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017 г., 304 с.
3. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. – М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –84 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.**

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

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

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 160);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 1 итоговая аттестация, 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 01.01.2022 составляет 1 716 243 экз.

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

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

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

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

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

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Дополнительные главы математики**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

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

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

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

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

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

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

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

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

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Реквизиты договора поставки</b>	<b>Срок окончания действия лицензии</b>
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013	бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013	бессрочная

3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b> Основы математической статистики	<p>Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных.</p> <p>Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.</p> <p>Владеет: базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>

	информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	
<b>Раздел 2.</b> Статистические методы анализа данных	<p><b>Знает:</b> основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.</p> <p><b>Владеет:</b> базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.</p>	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка на зачете с оценкой
<b>Раздел 3.</b> Статистическая обработка многомерных данных	<p><b>Знает:</b> основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.</p> <p><b>Владеет:</b></p>	Оценка за контрольную работу № 3 Оценка на зачете с оценкой

	<p>базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.</p>	
--	---	--

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

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

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

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

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе 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  
 «Дополнительные главы математики»  
 основной образовательной программы

19.04.01 «Биотехнология»  
 код и наименование направления подготовки (специальности)  
**магистерская программа – Промышленная биотехнология и биоинженерия**  
 «\_\_\_\_\_»  
 наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Информационные технологии в науке и образовании»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**  
(Код и наименование направления подготовки)

**Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и  
биоинженерия»**  
(Наименование магистерской программы)

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.х.н., доцентом, профессором кафедры информационных компьютерных технологий **Мещеряковой Т.В.**

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
информационных компьютерных технологий РХТУ им. Д.И. Менделеева

---

(Наименование кафедры)

«13» мая 2022 г., протокол №26.

## 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), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Информационных компьютерных технологий** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Информационные технологии в науке и образовании»** относится к обязательной части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области информатики и информационных технологий, а также общей химической технологии и биотехнологии.

**Цель дисциплины** – подготовка студентов в области информационного сопровождения научной деятельности, привитие навыков самостоятельного поиска химической информации в различных источниках.

### **Задачи дисциплины:**

- обобщение знаний о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними, выделение конкретных информационных технологий, необходимых для информационного обеспечения различных научных потребностей;
- обучение основным подходам для анализа полученных данных и использования их в своей профессиональной деятельности;
- формирование практических навыков информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;
- обобщение знаний об интернете, как технологии, способов работы с ним и использования в профессиональной деятельности.

Дисциплина **«Информационные технологии в науке и образовании»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
------------------------	------------------------	--

(группы) ОПК		
Научные исследования и разработки	ОПК-4. Готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовность к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.	
Научные исследования и разработки	ОПК-5. Способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способность использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины;
- основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;
- общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;

*Уметь:*

- выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;
- находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах;
- обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации,

*Владеть:*

- знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;

- практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;
- основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад . ч.	Астр .ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,95</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,05</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,05	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак . зан.	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
1.1	Общие сведения, определения, понятия в области информационных технологий и информационных систем	6	-	3	3
1.2	Реферативные журналы. Описание основных существующих баз данных	6	-	3	3
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
2.1	АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) и АИПС STN-International	7	-	3	4

2.2	Виды источников информации, индексы цитирования, классификаторы, тематический поиск	6	-	3	3
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
3.1	Обзор существующих зарубежных информационных источников в области химии, химической технологии и смежных наук	7	-	3	4
3.2	Информационные возможности ScienceDirect и электронного издания Американского химического общества	8	-	4	4
3.3	Зарубежные информационные системы агрегаторы научно-технической информации	6	-	3	3
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Источники патентной информации</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
4.1	Основные понятия объектов интеллектуальной собственности	7	-	3	4
4.2	Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации	7	-	3	4
<b>5.</b>	<b>Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
5.1	Интернет как технология	6	-	3	3
5.2	Поисковые системы и энциклопедические порталы	6	-	3	3
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>38</b>

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных.**

1.1. Общие сведения, определения, понятия в области информационных технологий и информационных систем. Рассеяние и старение информации. Специфика информации по химии и химической технологии. Информационные системы (ИС) и информационные технологии. Структура и классификация ИС. Этапы развития информационных технологий. Виды информационных технологий. Информационные ресурсы. Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС).

Диалоговые поисковые системы: основные функции и возможности, способы доступа. Основные компоненты телекоммуникационного доступа к ресурсам АИПС. Алгоритм информационного поиска в режиме теледоступа. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Информационно-поисковый язык. Логика и стратегия поиска.

1.2. Реферативные журналы. Описание основных существующих баз данных. Реферативные журналы: Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts». Структура, указатели, алгоритмы различных видов поиска. Базы данных (БД). Банки данных. Структура, функции, назначение. Типы баз данных и банков данных.

## **Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.**

2.1. АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) и АИПС STN-International. Основные Базы данных ВИНИТИ. Предметное содержание и наполнение. Структура документов в БД ВИНИТИ. Информационно-поисковый язык. Поисковая стратегия. Информационно-поисковая система STN-International. Особенности АИПС STN-International. Организация и возможности поиска. Различные виды поиска: (STN-easy, STN Express, STN on the Web и др.).

2.2. Виды источников информации, индексы цитирования, классификаторы, тематический поиск. Знакомство с основными видами источников информации: монографии, диссертации, авторефераты, статьи, патенты, депонированные рукописи, тезисы конференций, сетевые публикации, стандарты и т.п. Особенности оформления ссылок на данные источники. Использование отечественных баз данных РГБ, ГПНТБ, ВИНИТИ, РНБ и др. Использование возможностей библиотеки eLibrary. Индексы цитирования. Тематический поиск.

## **Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям.**

3.1. Обзор существующих зарубежных информационных источников в области химии, химической технологии и смежных наук. Информационные порталы и сайты электронных изданий: сайт электронных журналов Американского химического общества, портал Informaworld издательства TAYLOR&FRANCIS, информационный портал SCIENCE DIRECT издательства ELSEVIER, порталы издательств SPRINGER, WILLEY&SONS и др.

3.2. Информационные возможности Science Direct и электронного издания Американского химического общества. Science Direct: поисковый интерфейс, поисковый язык, наукометрические функции, дополнительные функции. Электронные издания Американского химического общества. Общая характеристика. Информационные и поисковые возможности. Понятие DOI. Поисковый язык.

3.3. Зарубежные информационные системы агрегаторы научно-технической информации. Агрегаторы научно-технической информации

Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy. Индексы цитирования. Тематический поиск.

#### **Раздел 4. Источники патентной информации.**

4.1. Основные понятия объектов интеллектуальной собственности. Понятие объектов интеллектуальной собственности. Патентная документация как информационный массив. Основные понятия и определения в области патентования. Объекты изобретений. Патентное законодательство. Международная патентная классификация (МПК). Патентный поиск. Особенности и виды поиска.

4.2. Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации. Характеристика, организация, возможности поиска. БД Федерального института промышленной собственности (ФИПС). Состав и возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД Американского патентного ведомства United States Patent and Trademark Office (USPTO). Состав БД USPTO. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД ESPACENET. Коллекция патентных БД ESPACENET. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. Виды и возможности поиска.

#### **Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс.**

5.1. Интернет как технология. Использование технологии вебинаров в учебном процессе. Совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства для научной работы. Эффект самоорганизации в глобальной компьютерной сети. Характеристика социальных сетей. Понятие о блогосфере. Использование систем контроля версий GitHub. Виды поисковых машин. Структура и принцип работы поисковых машин.

5.2. Поисковые системы и энциклопедические порталы. Поисковая система Google. Приемы поиска информации. Сервисы портала Google. Электронная почта Gmail и сервис GoogleTalk. Поиск научной информации в GoogleScholar. Автоматический переводчик веб-страниц. Энциклопедические порталы Интернет. Технология Wiki. История возникновения и структура свободной энциклопедии Wikipedia.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	<b>Знать:</b>					
1	– основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины	+				+
2	– основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;		+	+	+	
3	– общие принципы получения, обработки и анализа научной информации	+				+
	<b>Уметь:</b>					
4	– выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей	+				+
5	– находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах		+	+	+	
6	– обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации		+	+	+	
	<b>Владеть:</b>					
7	– знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними	+				
8	– практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий		+	+	+	+
9	– основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности					+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :						
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>				

10	<p>– ОПК-4. Готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовность к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.</p>		+	+	+	+	+
11	<p>– ОПК-5. Способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способность использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</p>		+	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические работы по дисциплине «Информационные технологии в науке и образовании» выполняются в соответствии с Учебным планом в 1 семестре и занимают 34 акад. час. Практические работы охватывают все разделы дисциплины и включают в себя 11 работ. В зависимости от трудоемкости включенных в практические занятия работ их число может быть уменьшено. Выполнение практических работ способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Информационные технологии в науке и образовании», а также отработке навыков работы с различными интернет-ресурсами и технологиями.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Алгоритм информационного поиска в режиме удаленного доступа. Командный язык. Инфологическая модель. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Составление логики и стратегии поиска.	3
2	1.2	Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts».	3
3	2.1	Централизованная система баз данных ВИНТИ. Организация и представление данных, критерии и режим поиска, командный язык. Информационно-поисковая система – STN-International.	3
4	2.2	Отечественные базы данных РГБ, ГПНТБ, РНБ и др. Электронная наукометрическая библиотека eLibrary.	3
5	3.1	Информационные порталы и сайты электронных изданий: сайт электронных журналов Американского химического общества, портал Informaworld издательства TAYLOR&FRANCIS, порталы издательств SPRINGER, WILEY&SONS и др.	3
6	3.2	Платформа ELSEVIER. Электронные ресурсы портала Science Direct	4

7	3.3	Агрегаторы научно-технической информации Reaxys, Google Academy, а также информационные и наукометрические системы Web of Science, Scopus.	3
8	4.1, 4.2	Порядок и алгоритм проведения патентных исследований. <u>Автоматизированные информационно-поисковая система патентной документации Федерального института промышленной собственности (FIPS), структура Международной патентной классификации Б/Д</u>	3
9	4.2	Работа с патентной <u>базой данных USPTO и коллекцией баз данных EP. ESPACENET</u>	3
10	5.1	Информационные ресурсы Интернет: технологии вебинаров, совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства, блогосфера, социальные сети	3
11	5.2	Поисковая система Google. Сервисы портала Google. Электронная почта Gmail и сервис GoogleTalk. Поиск научной информации в GoogleScholar. Технология Wiki.	3

## 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 учебного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета* (1 семестр) по дисциплине.

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

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

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), практических занятий (максимальная оценка 30 баллов) и написание реферата (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Тема реферата обычно совпадает с темой выпускной квалификационной работы магистранта (по согласованию с преподавателем).

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по 2-4 разделам). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 10 баллов за каждую, всего 30 баллов.

## Раздел 1.

Контрольных работ не предусмотрено.

## Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка —

10 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание.

**Задание 1. Выполнить поиск информации в российских источниках (ВИНИТИ, РГБ, eLibrary, STN-International) по заданным темам (найти по 3-4 публикации из каждого источника, итого не менее 10-15 публикаций):**

1. Электролитические покрытия цинка / железо с высоким содержанием железа
2. Электроосаждение блестящих цинковых покрытий из сульфатного электролита
3. Электроосаждение медных и цинковых покрытий из электролитов на основе аминотриса (гидроксиметил)метана
4. Элементный состав и структура покрытий, нанесенных из электролитов цинкования на поверхность фольги электролитической меди
5. Влияние состава электролита и условий электролиза на формирование композиционных электрохимических покрытий с матрицей из цинка и никеля

## Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка —

10 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание.

**Задание 1. Выполнить поиск информации в зарубежных источниках (SCIENCE DIRECT, TAYLOR&FRANCIS, SPRINGER, Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy) по заданным темам (найти по 2-4 публикации из каждого источника, итого не менее 10-15 публикаций):**

1. Керамические пленки  $TiO_2$ , полученные микроплазменным окислением.  
*Key words: Micro-plasma oxidation,  $TiO_2$  ceramic films, Photocatalytic activity*
2. Синтез  $TiO_2$  керамических мембран.  
*Key words: Perovskites,  $TiO_2$  ceramic membrane, Sol-gel method*
3. Прозрачная керамика и стекло-керамические материалы для броневоего применения.  
*Key words: Transparent ceramic, стекло-керамика*
4. Структура стеклокерамики из железо-никелевых отходов.  
*Keywords: Iron-reach glass-ceramic, Vitrification, Structure*
5. Керамические и стеклокерамические лазеры.  
*Keywords: ceramic, glass-ceramic, lasers*

## Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка —

10 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание.

**Задание 1. Выполнить поиск патентной информации в российской и зарубежных патентных базах (FIPS, USPTO, EP.ESPACENET) по теме, по автору, по данным патента (по № патента или по рубрике МПК). Найти**

**необходимые патенты, писать библиографическое описание каждого патента и при возможности, скачать полнотекстовый документ**

**Вариант 1**

*Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)*

Механосинтез композиционных нанопорошков .  
Сакардина Е.А.  
МПК А61К 33/26

**Вариант 2**

*Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)*

Очистка оборотных растворов выщелачивания от фосфатов и фторидов.

Школьник В. С.  
МПК А61К 33/10

**Вариант 3**

*Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)*

Фосфатный адсорбент.  
Жарменов А. А.  
Пат. 2549845 Россия

**Вариант 4**

*Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)*

Получение сжатого осушенного газа.  
Кириченко А. С.  
МПК А61Р 13/12

**Вариант 5**

*Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)*

Получение гранулированного без связующего цеолита NaY.  
Беспалов В. П.  
Пат. 2539984

**Раздел 5.**

Контрольных работ не предусмотрено.

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

Для итогового контроля данной дисциплины студентами выполняется самостоятельная работа (реферат) в часы, выделенные учебным планом на

самостоятельную работу, и сдаётся на последней неделе обучения. Максимальная оценка работы – 40 баллов.

Задание к самостоятельной работе (реферат) включает в себя проработку обучающимся источников информации по теме его выпускной квалификационной работе (ВКР) (по согласованию с преподавателем). Оценка работы складывается из совокупности факторов, описанных ниже.

По заданной тематике требуется найти необходимое количество литературных источников по различным типам, указанным ниже в таблице. Суммарное количество найденных источников должно быть в диапазоне от 20 до 40 штук. Поиск проводить в рассмотренных в течение семестра электронных ресурсах<sup>1</sup>. Источники, которые есть **только в электронном виде**, не учитываются (сайты, онлайн-статьи и т.п.).

Тип публикации	Общее количество		Количество по источникам	
	Российски х	Иностранн .	Российски х	Иностранн .
Диссертации (полнотекст.)	5	5	1	1
Диссертации (ссылка + аннотация, автореферат)			1	1
Монографии (ссылка + аннотация + оглавление)			1	1
Монографии (полнотекст.)			1	1
Монографии (одна глава)			1	1
Статьи в научных журналах и сборниках (аннотация)	6	16	2	8
Статьи в научных журналах и сборниках (полнотекст.)			4	8
Патенты (ссылка + аннотация.)	RU – 2	EP – 2 US – 2 Прочие – 2	1	4
Патенты (полнотекст.)			1	2

Каждая ссылка должна быть снабжена индивидуальным номером и краткой информацией о месте нахождения, а также краткой аннотацией (если имеется).

<sup>1</sup> Также допустимо использование прочих электронных ресурсов в том случае, когда найдено недостаточное количество материалов с использованием рассмотренных в течение семестра.

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

#### **8.4. Структура и пример экзаменационных билетов.**

Экзамен по данной дисциплине в соответствии с Учебным планом не предусмотрен.

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **9.1. Рекомендуемая литература**

##### **А. Основная литература**

4. Зибарева И.В. Поиск химической информации в научно-технических базах данных. - Новосибирск: НИУНГУ, 2012. - 104 с.
5. Василенко Е.А., Рожкова О.Е., Мещерякова Т.В., Дикая Е.А. Информационные системы и базы данных в области химии: учеб. Пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 188 с.
6. Защита интеллектуальной собственности: курс лекций / В.И. Петров. - КНИТУ. – Казань.- 2014 .- 142с
7. Информационные системы [Электронный ресурс]: учебник для студентов учреждений высшего образования / С.А. Жданов, М.Л. Соболева, А.С. Алфимова - М.: Прометей, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990626447.html> (дата обращения 18.07.2022)

##### **Б. Дополнительная литература**

31. Рагулин П. Г. Информационные технологии. [ Электронный учебник] Режим доступа: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/007/41007/18312/page2> (дата обращения 18.07.2022)
32. ГОСТ Р15.011- 96 - Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.
33. Коган В.А., Щербаков А.И. Поиск химической научно-технической информации: Учебно-методическое пособие. – Ростов-на-Дону, 2008. – 30с.

#### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению практических заданий.
- Инструкции по технике безопасности в компьютерном классе.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии» ISSN 1560-9596
- Журнал «Информатика и образование» ISSN 0234-0453
- Журнал «Кибернетика и программирование» ISSN 2306-4196
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» ISSN 0579-2991
- Журнал «Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт» ISSN 0233-5727
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571

- Журнал «Химия в интересах устойчивого развития» ISSN 0869-8538
- Журнал «Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность» ISSN 0201-7069
- Журнал «Патенты и лицензии. Интеллектуальные права» ISSN 2413-5631

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.viniti.ru/>
- <https://www.sciencedirect.com/>
- <https://www.scopus.com/>
- <https://apps.webofknowledge.com/>
- <https://www1.fips.ru>
- <https://www.uspto.gov/>
- <https://worldwide.espacenet.com/>
- <http://www.chem.msu.ru/rus/library/> Информационный портал химфака МГУ

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 14 (общее число слайдов – 150);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 130);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1715452 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 *«Информационные технологии в науке и образовании»* проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер, проектор, экран) и учебной мебелью; рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в сеть Интернет.

На кафедре информационных компьютерных технологий имеется 3 компьютерных класса в составе 20+16+16 персональных компьютеров с выходом в сеть Интернет.

На кафедре также имеются ноутбук, проектор и экран для демонстрации презентационных материалов лекций.

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

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса. Демонстрационные материалы по курсу лекций.

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

Персональные компьютеры, с установленными операционными системами Linux или Windows 7, 8, 10; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: конспект лекций по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронный конспект лекций по дисциплине, электронные презентации по темам лекционного курса;

учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
12.	Microsoft Windows 7 Pro	Microsoft Open License Номер лицензии 47837475 Номер лицензии ICM-170298	Неограниченно	бессрочно
13.	Интернет-браузер Firefox	Бесплатный	Неограниченно	бессрочно
14.	Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Контракт № 126-152ЭА/2018, Лицензия антивируса (продление на 2 года)	670	24.12.2022

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных.</p>	<p><i>Знает:</i> – основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины; – общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;</p> <p><i>Умеет</i> 2. выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;</p> <p><i>Владеет:</i> – знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;</p>	<p>Оценки за практические занятия</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.</p>	<p><i>Знает:</i> 3. основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;</p> <p><i>Умеет</i> 3. находить профильную информацию в различных отечественных информационных массивах; 4. обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации;</p> <p><i>Владеет:</i> 5. практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;</p>	<p>Оценки за практические занятия; Оценка за контрольную работу №1</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и</p>	<p><i>Знает:</i> 4. основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;</p> <p><i>Умеет</i> 6. находить профильную информацию в различных зарубежных информационных массивах; 7. обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации;</p>	<p>Оценки за практические занятия; Оценка за контрольную работу №2</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
смежным областям.	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;</li> </ul>	
<p><b>Раздел 4.</b> Источники патентной информации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5. основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;</li> </ul> <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8. находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах;</li> <li>9. обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;</li> </ul>	<p>Оценки за практические занятия; Оценка за контрольную работу №3</p>
<p><b>Раздел 5.</b> Интернет как технология и информационный ресурс.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;</li> </ul> <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10. выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>9. практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;</li> <li>10. основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p>Оценки за практические занятия; Оценка за реферат</p>

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Информационные технологии в науке и образовании»**

**основной образовательной программы**

**19.04.01 Биотехнология**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**«Промышленная биотехнология и биоинженерия»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:  
доцентом кафедры биотехнологии к.х.н. М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ  
им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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:**

**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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – создание технологий получения новых видов продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции,	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.	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
			ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации	

анализе сырья и продуктов.	технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – реализация и эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных	получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	экспериментальных и промышленных установок.	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
			ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	

	<p>международных нормативных актов;  – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;  – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.  Объекты профессиональной деятельности:  – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;  – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов,</p>	<p>ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.</p>	<p>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.  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</i></p>
--	---	--	---	---

	<p>клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</p> <p>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и</p>		<p>ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.</p>	<p>№1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	--	--	---	---

	антропогенного воздействия.		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.	А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.
--	-----------------------------	--	--	---

<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для</p>	<p>ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p>	<p>ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.</p>	<p>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 степенью 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</i></p>
---	--	--	---	---

	<p>исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>			<p>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 «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</p>
--	--	--	--	--

				<p>том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий.</p> <p>А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.</p>
--	--	--	--	---



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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,06</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,06	2	1,5
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

#### 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. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
<b>1</b>	<b>Введение. Раздел 1. Переработка микробной биомассы с получением продуктов липидной природы.</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1.1	Основы технологии культивирования микроорганизмов продуцентов микробных липидов.	6	0	4	0	2	0	0	0	0
1.2-1.4	Экстракционное выделение биожира. Выделение фосфолипидов. Получение свободных жирных кислот.	5	0	2	0	3	0	0	0	0
1.5-1.6	Получение технологической смазки. Получение убихинона и эргостерина.	3	0	1	0	2	0	0	0	0
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Переработка микробного сырья с получением продуктов нуклеотидной природы.</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2.1	Технология получения дрожжевой РНК.	2	0	1	0	1	0	0	0	0
2.2	Гидролиз полинуклеотидов с получением продуктов технического и пищевого назначения и субстанций для синтеза лекарственных средств.	2	0	1	0	1	0	0	0	0
2.3	Выделение и получение очищенных препаратов рибонуклеозидов из гидролизатов РНК.	2	0	1	0	1	0	0	0	0

2.4	Получение панкреатического гидролизата РНК.	2	0	1	0	1	0	0	0	0
2.5	Получение азотистых оснований (аденина и гуанина) нуклеиновых кислот кислотным гидролизом РНК.	2	0	1	0	1	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Переработка микробного сырья с получением продуктов белковой природы. Переработка бактериальной биомассы.</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
3.1	Основы технологии получения продуктов белковой природы.	5	0	2	0	2	0	0	0	1
3.2	Переработка бактериальной биомассы.	7	0	3	0	3	0	0	0	1
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
	<b>Экзамен</b>	<b>36</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>								

## 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 биожир: 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
	<b>Знать:</b>			
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.	+	+	+
	<b>Уметь:</b>			
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.	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
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.	+			
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
16	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	+	+	+
		ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	+	+	+
		ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	+	+	+

17	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.	+	+	+
		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.	+	+	+
18	ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	часы
1	1.1	Оценка возможности комплексной переработки биологического сырья с получением продуктов различной природы. Анализ компонентного состава биомассы микроорганизмов.	1
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.	1
7	1.6	Технологические подходы к получению биологически активных веществ медицинского назначения из биожира.	1
8	2.1	Сравнительный анализ методов экстракция дрожжевой РНК. Выбор оптимальной схемы выделения РНК.	1
9	2.2	Сравнительный анализ способов гидролиза полинуклеотидов. Ферментативный гидролиз РНК. Гидролиз РНК химическими агентами.	1
10	2.3	Технологические подходы к получению отдельных нуклеотидов.	1
11	2.4	Принципиальная схема получения панкреатического гидролизата дрожжевой РНК.	1
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.	1
13	3.1.	Технологические подходы к переработке микробной биомассы с получением продуктов белковой природы. Технологическая схема получения белка при комплексной переработке микробной биомассы.	2

14	3.2.	Сравнительная оценка технологий комплексной переработки дрожжевой и бактериальной биомассы с реализацией малоотходной схемы производства.	3
----	------	---	---

## 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	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b>
	<b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Комплексная переработка биомассы микроорганизмов»</b>
<b>Билет № 1</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие особенности культивирования микроорганизмов-продуцентов липидов. Технологическая схема выделения свободных жирных кислот из биожира.</li> <li>2. Способы выделения дрожжевой РНК из обезжиренной биомассы дрожжей. Химический и ферментативный гидролиз микробной РНК с получением продуктов нуклеотидной природы.</li> <li>3. Технологическая схема получения белкового изолята альбуминовой фракции из биомассы дрожжей.</li> </ol>	

## 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

#### 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.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– экономические критерии оптимизации производства;</li> <li>– принципиальную схему биотехнологического производства;</li> <li>– особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;</li> <li>– основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;</li> <li>– биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p>	<p>Оценка за индивидуальное задание</p> <p>Оценка за контрольную работу 1 (3-ий семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3-ий семестр)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;</li> <li>– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;</li> <li>– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;</li> <li>– выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;</li> <li>– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;</li> <li>– методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</li> <li>– методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;</li> <li>– методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</li> </ul>	
<p>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.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– принципиальную схему биотехнологического производства;</li> <li>– биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;</li> <li>– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;</li> <li>– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;</li> <li>– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических показателей сырья</li> </ul>	<p>Оценка за презентацию Оценка за контрольную работу 2 (3-ий семестр) Оценка за экзамен (3-ий семестр)</p>

	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 – 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**  
**«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методологические основы исследований в биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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»** 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:**

### **Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Знает основные принципы и составляющие системного подхода, методологию анализа проблемных ситуаций;
		УК-1.2. Умеет выделить основные приоритеты, наиболее важные составляющие в решении поставленных задач;
		УК-1.3. Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора

		вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;
		УК-1.5. Владеет навыками анализа и синтеза, оценки достоинств и недостатков возможных путей решения проблем и задач, выбора рациональных решений в рамках профессиональной деятельности;
		УК-1.6. Владеет навыками критического оценивания и интерпретации различных разработок теории и практики, демонстрации критического понимания вопросов, связанных со знанием в области профессиональной деятельности и в смежных областях.

**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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;
		ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем
Исследования и разработки	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику	ОПК-4.1. Знает и понимает методологию исследований, основные научные методы в биотехнологии, технику исследований, принципы и пути создания новейших из них и их ограничения;
		ОПК-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные

	исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;
		ОПК-4.3. Умеет проанализировать, оценить и выбрать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной или производственной задачи;
		ОПК-4.4. Умеет находить, анализировать, систематизировать, выбирать, обобщать информацию и ее источники, целенаправленно собирать и анализировать научную литературу по теме научно-исследовательской и прикладной деятельности;
		ОПК-4.5. Владеет методами физического, физико-химического, химического, биологического, микробиологического анализа и способностью к освоению новейших методов и техники исследования в рамках профиля подготовки;
		ОПК-4.6. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа.
	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. Владеет приемами формулирования основных элементов и методологией научного исследования и изложения научного труда (выпускной квалификационной работы);
		ОПК-5.2. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом собственных и имеющихся литературных данных;
		ОПК-5.3. Владеет навыками креативного мышления, способностью внести оригинальный, хоть и ограниченный, вклад в специализированную область исследований, например, в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и	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

	иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий	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 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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51

в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,17</b>	<b>78</b>	<b>58,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,17	78	58,5
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

#### 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.	57	0	14	0	24	0	0	0	19
2	Раздел 2. Методология обработки экспериментальных данных.	56	0	8	0	20	0	0	0	28
3	Раздел 3. Инновационная деятельность в области биотехнологии.	67	0	12	0	24	0	0	0	31
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>78</b>
	<b>Экзамен</b>	<b>36</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>								

## 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 натурального 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
	<b>Знать:</b>			
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;	+	+	
	<b>Уметь:</b>			
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;		+	+
	<b>Владеть:</b>			
12	- методологией патентного поиска;	+		+
13	- методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций)	+	+	+
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		

14	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает основные принципы и составляющие системного подхода, методологию анализа проблемных ситуаций;	+	+	+
		УК-1.2. Умеет выделить основные приоритеты, наиболее важные составляющие в решении поставленных задач;	+	+	+
		УК-1.3. Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;	+	+	+
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;	+	+	+
		УК-1.5. Владеет навыками анализа и синтеза, оценки достоинств и недостатков возможных путей решения проблем и задач, выбора рациональных решений в рамках профессиональной деятельности;	+	+	+
		УК-1.6. Владеет навыками критического оценивания и интерпретации различных разработок теории и практики, демонстрации критического понимания вопросов, связанных со знанием в области профессиональной деятельности и в смежных областях.	+	+	+
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>			

15	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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;	+	+	+
		ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем	+	+	+
16	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 методологию исследований, основные научные методы в биотехнологии, технику исследований, принципы и пути создания новейших из них и их ограничения;	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;	+	+	+
		ОПК-4.3. Умеет проанализировать, оценить и выбрать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной или производственной задачи;	+	+	+

		ОПК-4.4. Умеет находить, анализировать, систематизировать, выбирать, обобщать информацию и ее источники, целенаправленно собирать и анализировать научную литературу по теме научно-исследовательской и прикладной деятельности;	+	+	+
		ОПК-4.5. Владеет методами физического, физико-химического, химического, биологического, микробиологического анализа и способностью к освоению новейших методов и техники исследования в рамках профиля подготовки;	+	+	+
		ОПК-4.6. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа.	+	+	+
17	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. Владеет приемами формулирования основных элементов и методологией научного исследования и изложения научного труда (выпускной квалификационной работы);	+	+	+
		ОПК-5.2. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом собственных и имеющихся литературных данных;	+	+	+
		ОПК-5.3. Владеет навыками креативного мышления, способностью внести оригинальный, хоть и ограниченный, вклад в специализированную область исследований, например, в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.	+	+	+

18		ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;	+	+	+
	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-7.2. 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.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	часы
1	1	Применение научных методов исследования в биотехнологии.	8
2	1	Организация научного исследования в биотехнологии.	12
3	1	Оценка риска при проведении биотехнологических исследований и организации биотехнологических производств.	8
4	2	Выбор оптимального плана, критерии оптимального плана.	12
5	2	Регулирование пищевой и сельскохозяйственной биотехнологии, применяющей генетическую инженерию, трансгенные растения и животных, генетическую модификацию.	8
6		Федеральный закон и система стандартов. Система управления рисками.	8
7	3	Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ.	4
8	3	Биоэтика, биобезопасность, биоразнообразие.	4
9	3	Системы образования в области биотехнологии.	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:

- 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 натурального 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**:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В. И. Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__ г</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>
	<p><b>19.04.01 Биотехнология Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b></p>
	<p><b>Дисциплина «Методологические основы исследований в биотехнологии»</b></p>

## 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](http://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.embnet.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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

## 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 научных представлений, гипотез, теорий, изобретений и открытий, относящихся к биотехнологии;	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
	<p>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;</p> <p>Владеет: методологией патентного поиска;</p>	
<p>Раздел 2. Методология обработки экспериментальных данных.</p>	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>Владеет: методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций).</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1-й семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1-й семестр)</p>
<p>Раздел 3. Инновационная деятельность в области биотехнологии</p>	<p><i>Знает:</i> основные факторы риска в области биотехнологии; сущность и виды теоретического и эмпирического уровня познания и их применения в биотехнологии;</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1-й семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1-й семестр)</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>формы образования в области биотехнологии;</p> <p><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;</p> <p><i>Владеет:</i> методологией патентного поиска; методологией оформления научных результатов (в виде статей, тезисов, диссертаций).</p>	

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы выделения и очистки биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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 выделения и очистки 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 выделения и очистки биологически активных веществ»** преподается во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### **Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;

	области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области	ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем.
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-7.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями, в том числе на иностранном языке;

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,82</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5

в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
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
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,18</b>	<b>42</b>	<b>31,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,18	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		41,8	31,35
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

## 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
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Основные методы выделения биологически активных веществ</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
1.1.	Экстрагирование.	9	0	2	0	2	0	2	0	3
1.2.	Перегонка с водяным паром.	9	0	2	0	2	0	2	0	3
1.3.	Методы осаждения БАВ из растворов.	9	0	2	0	2	0	2	0	3
1.4.	Баромембранные методы.	13	0	3	0	3	0	3	0	4
1.5.	Выделение БАВ методом ионного обмена.	12	0	3	0	3	0	3	0	3
1.6.	Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.	10	0	2	0	2	0	2	0	4
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>11</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>42</b>

## 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 электроплазмолиза 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 изоэлектрической 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 ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3			
<b>Знать:</b>							
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	+					
<b>Уметь:</b>							
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	+	+	+			
<b>Владеть:</b>							
6	- методами выделения и очистки БАВ	+	+	+			
7	- навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ	+	+	+			
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>					
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-1.4 Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач.	+	+	+		
		ОПК-1.5 Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме.	+	+	+		
		ОПК-1.6 Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода.	+	+	+		
9	ОПК-7. Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и	ОПК-7.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;			+	+	+

	иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием 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;	+	+	+
--	--	--	---	---	---

## 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 изоэлектрической точке. Осаждение органическим растворителем.	2
2	1	Высаливание. Комплексообразование.	2
3	1	Разделение БАВ с помощью мембран (диализ и электролиз, ультрафильтрация, обратный осмос).	2
4	1	Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.	2
5	1	Сорбция по катионообменному и ионообменному механизму. Гидрофобная сорбция.	2
6	2	Выделение алкалоидов, флавоноидов, сердечных гликозидов из растительного сырья	2
7	2	Выделение стероидных сапонинов, слизистых водорастворимых полисахаридов, кумаринов, хромонов из растительного сырья.	2
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 изоэлектрической 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 рН в пределах – 2,8 – 3 ?

б. значение температуры в пределах 10 – 12<sup>0</sup>С ?

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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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 выделения и очистки 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	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

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

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

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

	<p>свойств. Владеет: методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.</p>	
--	---	--

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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  
«Методы выделения и очистки 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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы молекулярно-биологических исследований»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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 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:**

### **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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;
		ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и

		общество, изменению социальных стандартов и этических проблем.
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-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок; ОПК-4.3. Умеет проанализировать, оценить и выбрать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной или производственной задачи;
	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.	ОПК-5.2. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом собственных и имеющихся литературных данных;

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,17</b>	<b>42</b>	<b>31,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,17	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		41,6	31,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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	48	0	12	0	22	0	0	0	14
2.	Раздел 2. Генетическое картирование	46	0	10	0	22	0	0	0	14
3.	Раздел 3. Анализ и свойства генов	50	0	12	0	24	0	0	0	14
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>

## 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 ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>	+	+	
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.	+		+
	<b>Уметь:</b>			
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.	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
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;	+	+	+
	<b>Код и наименование ОПК</b>	+	+	+
	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>			
10	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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;			

	существующих и новых задач в профессиональной области	ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем.	+	+	+
11	ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	ОПК-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;	+	+	+
		ОПК-4.3. Умеет проанализировать, оценить и выбрать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной или производственной задачи;	+	+	+
12	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.	ОПК-5.2. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом собственных и имеющихся литературных данных;	+	+	+

## 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.	5
2	1	Трансляция, ее этапы, функция рибосом.	5
3	1	Рекомбинация, ее типы и модели.	5
4	1	Механизмы репарации ДНК.	5
5	1	Цис-транс комплементационный тест.	4
6	2	Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации.	7
7	2	Построение генетических карт.	7
8	2	Тонкое генетическое картирование.	8
9	3	Физический анализ структуры гена.	3
10	3	Гетеродуплексный анализ.	3
11	3	Рестрикционный анализ.	3
12	3	Методы секвенирования.	3
13	3	Полимеразная цепная реакция.	3
14	3	Ферменты рестрикции и модификации.	3
15	3	Выделение и клонирование генов.	2
16	3	Векторы для молекулярного клонирования.	2
17	3	Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.	2

### 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 42 акад. ч во 3-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.

$\alpha$ -Спиральные белки.

**Вопрос 3.2.**

$\alpha/\beta$ -Структурные белки.

$\beta$ -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 во 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 указанному разделам.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

<p>«Утверждаю»</p> <p>Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>
	<p><b>19.04.01 Биотехнология</b></p>
	<p><b>Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b></p>
<p><b>Методы молекулярно-биологических исследований</b></p>	
<p><b>Билет № 1</b></p>	

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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

#### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b> 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 биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-й семестр).

	на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	
<b>Раздел 2.</b> Генетическое картирование.	<p><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.</p> <p><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.</p> <p><i>Владеет:</i> приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p>	контрольную работу №2 (3-й семестр) Оценка за зачет с оценкой (3-й семестр).
<b>Раздел 3.</b> Анализ и свойства генов.	<p><i>Знает:</i> рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии.</p> <p><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</p> <p><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.</p>	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 – 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 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы молекулярно-генетических исследований»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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 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	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, перспективные направления развития исследований и их

	<p>фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области</p>	<p>практического применения области биотехнологии;</p> <p>ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем.</p>
<p>Исследования и разработки</p>	<p>ОПК-4. Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные</p>	<p>ОПК-4.1. Знает и понимает методологию исследований, основные научные методы в биотехнологии, технику исследований, принципы и пути создания новейших из них и их ограничения;</p> <p>ОПК-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;</p> <p>ОПК-4.3. Умеет проанализировать, оценить и выбрать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной или производственной задачи;</p> <p>ОПК-4.4. Умеет находить, анализировать, систематизировать, выбирать, обобщать информацию и ее источники, целенаправленно собирать и анализировать научную литературу по теме научно-исследовательской и прикладной деятельности;</p> <p>ОПК-4.5. Владеет методами физического, физико-химического, химического, биологического, микробиологического анализа и способностью к освоению новейших методов и техники исследования в рамках профиля подготовки;</p> <p>ОПК-4.6. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа.</p> <p>ОПК-5.2. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом собственных и имеющихся литературных данных;</p>

	<p>экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.</p>	<p>ОПК-5.3. Владеет навыками креативного мышления, способностью внести оригинальный, хоть и ограниченный, вклад в специализированную область исследований, например, в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.</p>
--	---	---

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,17</b>	<b>78</b>	<b>58,5</b>
Контактная самостоятельная работа	2,17	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		77,6	58,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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.	40	0	8	0	16	0	0	0	16
2.	Раздел 2. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.	75	0	15	0	30	0	0	0	30
3.	Раздел 3. Методология генетической инженерии.	65	0	11	0	22	0	0	0	32
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>78</b>

## 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
	<b>Знать:</b>			
1	- современные методы выделения, очистки и физико-химического анализа белков и нуклеиновых кислот;	+		
2	- методы установления пространственной структуры биомолекул;		+	
3	- методы молекулярного моделирования.			+
	<b>Уметь:</b>			
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.			+
	<b>Владеть:</b>			
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.		+	+
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>		
11	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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;	+	+

	существующих и новых задач в профессиональной области	ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем.	+	+	+
12	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 методологию исследований, основные научные методы в биотехнологии, технику исследований, принципы и пути создания новейших из них и их ограничения;	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;	+	+	+
		ОПК-4.3. Умеет проанализировать, оценить и выбрать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научной или производственной задачи;	+	+	+
		ОПК-4.4. Умеет находить, анализировать, систематизировать, выбирать, обобщать информацию и ее источники, целенаправленно собирать и анализировать научную литературу по теме научно-исследовательской и прикладной деятельности;	+	+	+

		ОПК-4.5. Владеет методами физического, физико-химического, химического, биологического, микробиологического анализа и способностью к освоению новейших методов и техники исследования в рамках профиля подготовки;	+	+	+
		ОПК-4.6. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа.	+	+	+
13	ОПК-5. Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.	ОПК-5.2. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом собственных и имеющихся литературных данных;	+	+	+
		ОПК-5.3. Владеет навыками креативного мышления, способностью внести оригинальный, хоть и ограниченный, вклад в специализированную область исследований, например, в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.	+	+	+

## 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.	4
2	1	Адсорбционная, распределительная, обращенно-фазовая хроматография.	4
3	1	Гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография. Оборудование для хроматографии.	4
4	1	Капиллярный электрофорез	4
5	1	Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.	4
6	1	Электромиграционные методы разделения веществ.	4
7	1	Зональный электрофорез. Стационарный электрофорез.	4
8	2	Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ.	4
9	2	Методы анализа первичных структур. Методы анализа пространственных структур.	4
10	2	Молекулярное моделирование.	4
11	3	Методы конструирования гибридных молекул ДНК in vitro.	4
12	3	Векторные молекулы ДНК.	4
13	3	Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.	4
14	3	Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации.	4
15	3	Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.	4
16	3	Методы сайт-направленного мутагенеза	4
17	3	Практическое значение методов молекулярной генетики	4

### 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;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (3-й семестр).

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

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов и итогового контроля в форме *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 (3-й семестр) составляет 20 баллов за каждую.

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

##### **Вопрос 1.1.**

1. 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' → 5';
  - б) 5' → 5';
  - в) 5' → 3';
  - г) 5' → 3' и 3' → 5', в зависимости от класса используемой полимеразы.
8. Эндонуклеаза рестрикции, образующая тупые концы в полинуклеотидах, продуктах рестрикции:
- а) AluI (сайт AG<sup>^</sup>CT);
  - б) TaqI (сайт T<sup>^</sup>CGA);
  - в) ApaI (сайт GGGCC<sup>^</sup>C);
  - г) EcoRI (сайт G<sup>^</sup>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 20 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 одностранные разрывы в молекулах ДНК;
  - б) соединяют молекулы ДНК друг с другом, синтезируя фосфодиэфирные связи.
  - в) расщепляют пептидные связи в белковых молекулах;
  - г) создают двухстранные 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 Таq-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 полигенных 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: AATAGTAGATCCCGTAGCTAGCTAGCTTTAGTCCTGC (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<sup>A</sup>AATTC, HindIII – A<sup>A</sup>AGCTT.

## 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 два вопроса.

1. Предмет, задачи и методы молекулярной биологии и генетики.
2. Вклад методологии геномной инженерии в развитие молекулярной генетики.
3. Прикладное значение генетической инженерии для биотехнологии.
4. Осаждение, диализ, ультрафильтрация.
5. Ультрацентрифугирование.
6. Хроматографические методы разделения веществ.

7. Хроматографические материалы.
  8. Адсорбционная хроматография.
  9. Распределительная хроматография.
  10. Обращенно-фазовая хроматография.
  11. Гель-проникающая хроматография.
  12. Ионообменная хроматография.
  13. Биоспецифическая хроматография.
  14. Оборудование для хроматографии.
  15. Электромиграционные методы разделения веществ.
  16. Зональный электрофорез.
  17. Стационарный электрофорез.
  18. Капиллярный электрофорез.
  19. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.
  20. Методы установления первичной структуры белков.
  22. Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ.
  23. Методы анализа первичных структур.
  24. Методы анализа пространственных структур.
  25. Молекулярное моделирование.
  26. Методы конструирования гибридных молекул ДНК in vitro.
  27. Векторные молекулы ДНК.
  28. Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.
  29. Типы генетических библиотек.
  30. Анализ генетических библиотек.
  31. Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации.
  32. Экспрессия и повышенная продукция рекомбинантных белков в микробных клетках.
  33. Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии.
  34. Взаимосвязи вектор-хозяин.
  35. Проблемы гетерологичной экспрессии.
  36. Причины возможной неидентичности генно-инженерных белков и их природных аналогов.
  37. Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.
  38. Методы сайт-направленного мутагенеза.
- Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

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

**Зачет с оценкой** по дисциплине «*Методы молекулярно-генетических 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**:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>
	<p><b>19.04.01 Биотехнология Магистерская программа – «Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b></p>

<b>Методы молекулярно-генетических исследований</b>	
<b>Билет № 1</b>	
1. Принципы репликации ДНК.	
2. Полимеразная цепная реакция	

## 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b> 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;	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр)  Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (3-й семестр)

	методами молекулярного моделирования.	
<b>Раздел 2.</b> Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.	<i>Знает:</i> методы установления пространственной структуры биомолекул. <i>Умеет:</i> использовать для установления структуры биомолекул методы ЯМР и рентгеноструктурного анализа. <i>Владеет:</i> методами молекулярного моделирования;	Оценка за контрольную работу №2 (3-й семестр)  Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (3-й семестр)
<b>Раздел 3.</b> 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)  Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (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 – 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Молекулярная генетика»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задачи профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора (результатов обучения) достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты,</p>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.</p>	<p>ПК-3.1. Знает: – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии; – закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования; – метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма; – особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками, – особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и</p>	<p>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 седьмым уровнем Европейской рамки</p>

	<p>биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>		<p>процессы в промышленных и природных системах;</p> <p>– способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах;</p> <p>– основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p> <p>ПК-3.2. Умеет:</p> <p>– определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования;</p> <p>– 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</p>	<p>квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ.</p> <p>А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и</p>
--	---	--	---	---

		<p>ПК-4 – способен целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях, провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p> <p>ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для</p>	<p>продукции биотехнологическими и генетическими методами;</p> <p>– анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.</p> <p>ПК-4.1. Знает:</p> <p>– классификацию, описание и особенности промышленных объектов биотехнологии (ферментов, вирусов, микроорганизмов, животных и растительных клеток);</p> <p>– современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами;</p> <p>– методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии промышленных объектов биотехнологии.</p> <p>ПК-5.1. Владеет специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических,</p>	<p>производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с</p>
--	--	---	--	--

		<p>физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p>	<p>микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах, проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях, выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях.</p> <p>ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.</p>	<p>применением природоохранных биотехнологий.</p> <p>А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.</p>
--	--	---	--	--

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 геной и белковой инженерии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>	<b>114,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0	0	0
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,75</b>	<b>27</b>	<b>20,25</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,75	27	20,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

**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.	Сам. работа
	Введение	3	0	2	0	0	0	0	0	1
1	Раздел 1. Молекулярная биология ДНК – основа биотехнологии.	37	0	8	0	11	0	14	0	4
2	Раздел 2. Структурная организация белковых молекул	35	0	6	0	10	0	13	0	6
3	Раздел 3. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.	35	0	6	0	10	0	13	0	6
4	Раздел 4. Современные методы установления и анализа структуры белковых молекул.	35	0	6	0	10	0	15	0	4
5	Раздел 5. Внутриклеточная сигнализация.	35	0	6	0	10	0	13	0	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>27</b>
	Экзамен	36								
	<b>ИТОГО:</b>	<b>216</b>								

## 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 ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	<b><i>Знать:</i></b>					
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.	+	+	+	+	+
	<b><i>Уметь:</i></b>					
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,	+	+	+	+	+
	<b><i>Владеть:</i></b>					
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 <b>профессиональные компетенции:</b>						
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>				
9	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в	ПК-3.1. Знает: – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их	+	+	+	+

	<p>живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.</p>	<p>сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования;</li> <li>– метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма;</li> <li>– особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками,</li> <li>– особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в промышленных и природных системах;</li> <li>– способы управляемого культивирования объектов биотехнологии</li> </ul> <p style="text-align: right;">В</p>					
--	---	---	--	--	--	--	--

		<p>промышленных и природных системах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</li> </ul>					
		<p>ПК-3.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования;</li> <li>– 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;</li> </ul>	+	+	+	+	+

		– анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.					
10	ПК-4 – способен целенаправленно использовать живые объекты (вирусы, микроорганизмы, растительные и животные клетки и организмы), их компоненты и системы в лабораторных условиях, провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – классификацию, описание и особенности промышленных объектов биотехнологии (ферментов, вирусов, микроорганизмов, животных и растительных клеток); – современные и новейшие методы и особенности работы с живыми объектами, их компонентами и системами; – методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии промышленных объектов биотехнологии.	+	+	+	+	+
11	ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и	ПК-5.1. Владеет специализированными навыками работы с оборудованием, необходимым в химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических работах,	+	+	+	+	+

	молекулярно-генетических исследований.	проведения экспериментов и исследований с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях, выполнения качественного и количественного анализа субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений в исследовательских целях.					
		ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.	+	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	Молекула ДНК.	6
	ДНК как основа генетической информации.	5
2	Уровни структурной организации белковых молекул.	5
	Регулярные вторичные структуры. Особенности их организации.	5
3	Микроорганизмы, используемые в генетической инженерии.	4
	Биоинженерия 21 века, как инженерия комплексных систем. Геномика и протеомика.	3
	Регуляция экспрессии генов. Иерархия регуляции.	3
4	Кинетические и термодинамические аспекты фолдинга. Интермедиаты фолдинга и энергетические барьеры. Шаперон-зависимый и про-зависимый фолдинг.	10
5	Методы установления структуры белков.	5
	Методы сайт-направленного мутагенеза.	5

### 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.	4
3	1	Обращенно-фазовая, гель-проникающая хроматография.	4
4	1	Ионообменная и биоспецифическая хроматография	4
5	2	Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез.	7
6	2	Стационарный электрофорез.	6
7	4	Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР.	3
8	4	Рентгеноструктурный анализ.	3

9	4	Методы анализа первичных структур.	3
10	4	Методы анализа пространственных структур.	3
11	4	Молекулярное моделирование.	3
12	5	Методы конструирования гибридных молекул ДНК in vitro.	2
13	5	Векторные молекулы ДНК.	2
14	5	Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации.	2
15	5	Векторы для экспрессии генов – особенности их молекулярной организации.	2
16	5	Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК.	2
17	5	Методы сайт-направленного мутагенеза	3

## 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 (A, B 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 организац
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.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b>
	<b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b>
	<b>Дисциплина «Молекулярная генетика»</b>
<b>Билет № 1</b>	
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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013	Государственный контракт № 62-	2	бессрочная

	(категория: лицензионное).	64ЭА/2013 от 02.12.2013;		
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

## 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.	<p><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.</p> <p><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,</p> <p><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.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр)</p>

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 2. Современные методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.</p>	<p><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.</p> <p><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,</p> <p><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.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр)</p>
<p>Раздел 3. Методология генетической инженерии.</p>	<p><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.</p> <p><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</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр)</p>

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>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.</p>	
<p>Раздел 4. Молекулярная диагностика.</p>	<p><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.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр)  Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр)  Оценка за экзамен (1 семестр)</p>
<p>Раздел 5. Внутриклеточная сигнализация.</p>	<p><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,</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр)  Оценка за лабораторные работы (1-ый семестр)  Оценка за экзамен (1 семестр)</p>

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>протеомики, метаболомики и биоинформатики.</p> <p><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,</p> <p><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.</p>	

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Научная публицистика»**

**Направление подготовки 19.04.01**

**Биотехнология**

**Магистерская программа - Промышленная биотехнология**

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:

канд. филол.наук, доцентом, зав.кафедрой русского языка Л.И. Судаковой;

ст. преподавателем кафедры русского языка О.Ф. Будко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры русского языка  
«\_25\_» мая\_\_\_\_\_ 2022\_\_ г., протокол №\_9\_

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «*Научная публицистика*» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **19.04.01**

**Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой русского языка. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «*Научная публицистика*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой сторонами образовательного процесса (факультативом). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую языковую подготовку.

**Цель дисциплины «Научная публицистика»** – повышение общей и речевой культуры специалиста, способного реализовывать свои коммуникативные потребности в современном обществе на основе принципов эффективного общения, коммуникативной целесообразности, уважения к другим людям, а также способного применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- ознакомление студентов с основными особенностями научного языка и развитие практических навыков по подготовке различных типов научных и научно-популярных текстов;
- представление стилистических, композиционных и содержательных критериев собственно-научной и научно-популярной публикации;
- изучение принципов и методов анализа и структурирования профессиональной информации;
- формирование умений анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров;
- совершенствование навыков подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

Освоение дисциплины «*Научная публицистика*» будет необходимо при оформлении результатов научного исследования, оформлении текста диссертационного исследования и преподается в 1 семестре магистратуры. Контроль успеваемости магистрантов 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 УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КУРСА

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

### Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
------------------------------------	-----------------------	---

<b>Коммуникация</b>	<b>УК-4</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<b>УК-4.1</b> Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения <b>УК-4.2</b> Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные <b>УК-4.3</b> Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д)

После изучения дисциплины обучающийся должен

**Знать:**

- сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;
- различие устной и письменной научной речи;
- композиционные и стилистические особенности собственно-научного и научно-популярного текстов;
- правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;
- правила убеждения оппонента в научной дискуссии.

**Уметь:**

- различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;
- делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде;
- трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;
- писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры;
- выступать с докладами, вести научные дискуссии.

**Владеть:**

- приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения научно-исследовательской работы;
- навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

□ <b>Виды учебной работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>		
	<b>ЗЕ</b>	<b>Акад. ч.</b>	<b>Астр. ч.</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	73,8	55,35
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	ВСЕГО	Лекции	Практич.- занятия	СР
<b>1.</b>	<b>Раздел 1.</b> <b>Лингвистика научного текста</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>23</b>
1.1.	Тема 1. Сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста	4	2		2
1.2.	Тема 2. Текст как речевое произведение, единица общения	7	1	1	5
1.3.	Тема 3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка	7	1	1	5
1.4.	Тема 4. Особенности устной и письменной речи	7	1	1	5
1.5.	Тема 5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки	10	1	3	6
<b>2.</b>	<b>Раздел 2.</b> <b>Правила подготовки письменной научной работы</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>25</b>
2.1.	Тема 6. Жанры научного стиля речи	14	2	2	10
2.2.	Тема 7. Правила написания письменных научных текстов (статья, аналитический обзор, рецензия)	21	3	3	15
<b>3.</b>	<b>Раздел 3.</b> <b>Культура научной монологической и диалогической речи</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>6,2</b>	<b>25,8</b>
3.1.	Тема. 8. Правила подготовки научного доклада	24	2	4,2	15,8
3.2.	Тема 9. Основные требования к ведению научной дискуссии.	14	2	2	10
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17,2</b>	<b>73,8</b>

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Лингвистика научного текста

**1.1. Сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста.** Речевая культура специалиста, типы речевой культуры. Две точки зрения на название дисциплины «Научная публицистика». Определение понятия «публицистика». Наука и особая роль научной коммуникации. Взаимовыгодное сотрудничество науки и публицистики. Наука как среда создания и функционирования научных публикаций в научных изданиях и масс-медиа.

**1.2. Текст как речевое произведение, единица общения.** Определение текста и виды информации в тексте. Способы обеспечения цельности и связанности текста. Закон движения мысли на уровне разных составных частей текста (абзац, фрагмент, глава, часть, законченное произведение). Типы текстов по функционально-смысловому назначению «жесткого» и «гибкого» способов построения. Способы логического изложения информации (индуктивный, дедуктивный, аналогия, ступенчатый). Первичные и вторичные тексты. Необходимость соблюдения норм литературного языка при составлении текста.

**1.3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка.** Многообразие языковых средств для передачи информации. Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности научного стиля речи (лексико-словообразовательная характеристика, стандартность морфологии, точность и обобщенность грамматических конструкций), специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля. Жанры письменной и устной научной речи.

**1.4. Особенности устной и письменной речи.** Логико-лингвистические особенности научных текстов и их аналитико-синтетическая переработка. Анализ типичных ошибок при составлении письменного научного текста. Правила трансформации научной информации из устного текста в письменный и наоборот.

**1.5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки.** Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории. Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации с помощью средств массовой информации. Основные жанры научно-популярных текстов.

## **Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы.**

**2.1. Жанры научного стиля речи.** Общая характеристика жанровых подсистем научного стиля речи. Языковые параметры, различающие жанры научной речи. Правила компрессии научной информации: выделение ключевых слов и предложений, образец работы над созданием вторичных текстов разной степени компрессии. Тезисы как специфический жанр научного стиля. Составление аннотаций разных видов. Виды, структура и содержание рефератов. Структура типовой рецензии. Специфика составления аналитического обзора.

**2.2. Правила написания научной статьи.** Технология подготовки научных публикаций. Общие рекомендации для подготовки публикации статьи на иностранном языке. Варианты текстового представления научных результатов. Структура научной статьи. Оформление научной статьи. Правила оформления отдельных частей текстового материала. Требования к авторским текстам оригинала. Соответствие тематики статьи научной специальности. Научная новизна.

## **Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи**

**3.1. Правила подготовки научного доклада.** Отличительные особенности звучащей речи. Требования к подготовке публичного выступления в зависимости от цели выступления. Жанры научной устной монологической (информационной речи). Разновидности докладов, объем и соблюдение регламента. Этапы подготовки научных докладов. Основные ошибки при написании докладов на научную конференцию. Правила выступлений с презентацией на защите квалификационных работ и научных конференциях.

**3.2. Основные требования к ведению научной дискуссии.** Жанры диалогической устной научной речи. Особенности академического этикета. Культура спора/дискуссии. Правила убеждения оппонента: убеждение и аргументация, основные виды аргументов, структура доказательства, полемические приемы, искусство отвечать на вопросы. Подготовка к дискуссии.

## 5.

**СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ  
ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины магистрант должен:	Разделы		
	1	2	3
<b>Знать:</b>			
сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;	+		
различие устной и письменной научной речи;	+		
композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста;	+		
правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;		+	
правила убеждения оппонента в научной дискуссии;			+
<b>Уметь</b>			
делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде;	+		
трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;	+		
различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;	+		
писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры;		+	
выступать с докладами, вести научные дискуссии;			+
<b>Владеть:</b>			
приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения эффективной научной работы;		+	+
навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;	+	+	+
методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий		+	+
<b>УК-4.1</b>			
Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках .	+	+	+
<b>УК-4.2</b>			
Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные -	+	+	+
<b>УК-4.3</b>			
Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров)		+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

## 6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине

Раздел	Практическое занятие	Кол-во часов

<p><b>Раздел 1.</b> <b>Лингвистика</b> <b>научного текста</b></p>	<p>Самопрезентация с краткой характеристикой бакалаврской квалификационной работы. Выполнение заданий по нормам литературного языка. Трансформация письменного научного текста в устную форму и наоборот. Анализ научно-популярных текстов (посты из блога, пресс-релизы, новостные колонки, устные выступления молодых ученых из телепередачи «Научный стенд-ап»).</p> <p>Составление письменных текстов, популяризирующих результаты собственной квалификационной работ.</p>	<p><b>6</b></p>
<p><b>Раздел 2.</b> <b>Правила</b> <b>подготовки</b> <b>письменного</b> <b>научного текста</b></p>	<p>Анализ структуры одной научной статьи по теме исследований «Химические технологии XXI века» Реферативный обзор литературы по теме исследований в лаборатории магистратуры ( 2 - 3 источника). Составление аналитического обзора литературы по заданной теме.</p>	<p><b>5</b></p>
<p><b>Раздел 3.</b> <b>Культура</b> <b>научной</b> <b>монологической</b> <b>и</b> <b>диалогической</b> <b>речи</b></p>	<p>Анализ структуры доклада ученого ( на примере выступлений ученых на научных конференциях ( например, «Химия и химическая технология в XXI веке в Томском политехническом университете).. <a href="https://news.tpu.ru/news/2022/05/23/40674/">https://news.tpu.ru/news/2022/05/23/40674/</a></p> <p>Анализ заранее подготовленных докладов, сделанных однокурсниками по определенной теме своей специальности.</p> <p>Анализ речевого поведения одного из участников научной дискуссии ( например, проект Агора канала «Культуры» за 31.10.20, или <i>Лекцию-дискуссию «Двигатели науки»</i> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=igtURiSW5PY">https://www.youtube.com/watch?v=igtURiSW5PY</a>).</p> <p>Подготовка и проведение учебной панельной дискуссии «Химия и экология».</p>	<p><b>6</b></p>

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление с рекомендованной литературой, работу с электронными ресурсами;
- регулярную проработку теоретических сведений, полученных на практических занятиях, учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к интерактивным формам проведения занятий;

Студент магистратуры самостоятельно получает новые знания, углубляет имеющиеся знания, учится использовать знания в своей практической учебной деятельности, что формирует у него умения и навыки в саморазвитии и совершенствовании личности.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, необходимо осуществлять так, чтобы магистранты весь период изучения могли регулярно повторять пройденный материал, законспектированный на лекциях,

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

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов за 3 контрольные работы), за самостоятельную подготовку к практическим занятиям (максимальная -40 баллов за работу в семестре). Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен, но может проводиться при доборе баллов или при самостоятельном освоении дисциплины

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

1. Наука, как среда создания и функционирования научных публикаций.
2. Законы коммуникации .
3. Речевые идеалы современного молодого человека.
4. Заинтересовано ли российское общество в образованных профессионалах?
5. Сравнение научного и публицистического стилей речи.
6. Какое место занимает понятие «интеллигентность» в сознании современного молодого человека?
7. Технология подготовки научных публикаций.
8. Основные этапы в создании научного текста.
9. Стилль научной публикации.
10. Значение риторики в деятельности современного специалиста.
11. Специфика русского коммуникативного поведения ученого.
12. Особенности научно-популярного текста: сравнение текстов собственно-научного и учебного текстов с научно-популярным текстом (анализ).
13. Использование современных информационных технологий в подготовке научного доклада.
14. Специфика составления аналитического обзора.
15. Анализ речевого поведения выступающих программы «Научный стенд-ап» на канале «Культура».
16. Рецензия на научную статью ( по самостоятельному выбору).
17. Отзыв о научной дискуссии ( по выбору из предложенных преподавателем).
18. Русский речевой этикет в межкультурной коммуникации.

### **8.2. Примеры контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов (по 20 баллов за каждую). 30 баллов (по 10 на каждый раздел) отводится на оценивание самостоятельной подготовки студентов к практическим занятиям и 10 баллов за активность в применении коммуникативных технологий в академическом и профессиональном взаимодействии.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.**

1. Составные части понятия «языковая личность».

2. Каковы особенности собственно-научного и научно-популярного стилей речи?
3. Какова структура текста?
4. Основные признаки научного текста?
5. Каковы жанры научно-популярного письменного текста?

### **Контрольная работа №1 (вариант1).**

Максимальная оценка 20 баллов ( каждое задание — по 5 баллов).

#### **1. Создание текста-описания «Я как языковая личность»:**

Чем я отличаюсь как носитель русского языка, как русская языковая личность от других носителей русского языка (степень владения родным и неродными языками, владение механизмами памяти, говорения, аудирования; моё поведение в компании, среди людей: степень свободы, раскованности, владения собой; мои любимые книги, мое отношение к чтению, к искусству, мои увлечения)? Владею ли я всеми ресурсами РЯ, необходимыми мне для самовыражения и взаимодействия с другими людьми (владение стилями, нормами языка, интонацией, много ли и часто ли пишу, есть ли у меня дефекты речи)? Чему мне надо научиться, чтобы усовершенствовать мои коммуникативные взаимодействия?

#### **2. Определите, какой из текстов является научным, и докажите почему:**

1. Наука – высший разум человечества, это солнце, которое человек создал из крови и плоти своей. Создал и зажег его перед собой для того, чтобы осветить тьму своей тяжелой жизни, чтобы найти из неё выход к свободе, справедливости, красоте.

2. Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. Наука – это одна из форм общественного сознания. Наукой называют деятельность по получению нового знания и сумму самих знаний, лежащих в основе научной картины мира.

#### **3. Сформулируйте главную мысль в письменной форме научного стиля.**

Представляете, недавно узнала, что теорема Пифагора стала известна в России в петровское время. Во время Петра 1. И закон Архимеда тогда на русский перевели, и закон Паскаля, Кеплера. А ещё, оказывается, Ньютон создал теорию морских приливов.

#### **4. Выделите в тексте главную и второстепенную информацию.**

Ориентация на тесты с выбором ответов развивает у учащихся и студентов примитивизм мышления, формирует особое примитивное "тестовое мышление". Такие тесты можно выполнить, просто угадав, можно ответить "сообразив" - результат тестирования в крайне малой степени

отражает собственно знания, он скорее отражает сообразительность, «нахватанность», поверхностное знакомство с предметом. Такими тестами мы отвращаем детей от творческого мышления, от необходимости получить систематическое, углубленное знание. (И.А.Стернин).

### **Контрольная работа №1 (вариант2).**

Максимальная оценка 20 баллов ( 1 и 4 задания - по 5 баллов, 2 – 2 балла, 3 - 8 баллов).

#### **1. Блиц-опрос:**

- 1) Разновидности научного языка.
- 2) Что такое вторичный текст?
- 3) Назовите три жанра первичного научного текста.
- 4) По какому признаку классифицируются разновидности научного стиля речи?
- 5) Чем реферат отличается от реферативного сообщения?

#### **2. Сократите данную информацию до тезиса.**

Даже у самых смелых эволюционистов прошлого не хватало воображения, чтобы представить себе беспредельность развития мира, например, дарвинист Э. Геккель,

утверждавший принцип развития на уровне живых организмов, нисколько не сомневался, что Вселенная вечна и неизменна, и эта точка зрения до сих пор находит сторонников в астрономии, хотя все более широкое признание получает эволюционная космология.

*3. Работа с научно-популярным текстом:*

*Какова основная мысль текста? Подчеркните (выпишите) ключевые слова (слова, несущие основную смысловую нагрузку) Из ключевых слов составьте смысловые ряды, чтобы получился небольшой связный текст.*

### **HELP-овый беспредел**

В одном из номеров «СП» (№ 47) мы опубликовали материал, посвященный первой в рунете «антиплагиат»-системе (antiplagiat.ru). Основная её задача – «повышение качества российского образования в тех его частях, где от обучающегося требуется творческая работа по написанию рефератов, курсовых и дипломных работ и иных материалов собственного сочинения», путем выявления среди сданных учащимися работ скопированных или скачанных из Интернета. <...> Продукт российских ученых претендует на массовое использование. «Антиплагиат» должен залатать одну из «основных» брешей в судне образования – студенческий плагиат. Но одного энтузиазма ученых тут оказывается мало. Есть проблема, в борьбе с которой Интернет технологии бессильны – «хелперы», фирмы, оказывающие услуги по написанию оригинальных курсовых, дипломных и прочих научно-учебных работ. Они топят российское образование в море безграмотности, но, в отличие от нечестного студента, на официальном уровне. (Студенческая правда, № 53)

*4. Работа с письменным научно-популярным текстом:*

*Напишите лиды к информации о наночернилах, изобретенных в РХТУ (см. сайт РХТУ), используя 4 приема для привлечения внимания к информации:*

1) загадка; 2) «очеловечивай»; 3) пишите о читателе; 4) отсылка к новостям из внешнего мира.

## **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

1. Разновидности компрессии научного текста.
2. Какие тексты относятся ко вторичным жанрам?
3. Какова классическая структура научного текста?
4. Чем реферативный обзор отличается от аналитического?

### **Контрольная работа № 2.**

Максимальная оценка 20 баллов ( 1 - 6 баллов, 2 – 4 балла, 3 - 10 баллов).

*1. Разбейте текст на абзацы и составьте план текста. Определите тему и сформулируйте главную мысль всего текста.*

Научный текст - это разновидность текста, написанного на общелитературном языке, обладающая грамматическими, лексическими, структурно-смысловыми и логико-композиционными особенностями. В научном тексте иначе, чем в тексте деловом, публицистическом или художественном, используются функциональные типы речи (описание, повествование, рассуждение, доказательство и др.). Здесь иной набор общеязыковых и собственно текстовых средств, активно используются такие приемы мышления, как аналогия и гипотеза; композиция такого текста, как правило, задана логикой научного доказательства (выдвижение версии, рабочей гипотезы, дедуктивные или индуктивные способы мышления, обоснование гипотезы, доведение ее до уровня достоверного теоретического знания и т. д.). Типология текста, его жанровые и стилистические разновидности обусловлены субъектом научной речи, объектом описания и адресатом научной коммуникации. Принадлежностью к сферам научного общения, научной деятельности обусловлены отбор и употребление определенных

лексико-грамматических средств, использование специальных структурных, логико-композиционных схем организации текстового материала. Основные текстовые категории: связность, структурированность, цельность. Присущие научному стилю логичность, точность, строгость, отвлеченность, обобщенность, информативность находят отражение почти во всех текстовых категориях.

2. *Перепишите отрывок текста с сокращением количества использованных деталей.* Наиболее похожим по своим свойствам на природный пептид оказался его аналог RL2. Было изучено его цитотоксическое действие (способность отравлять клетки) *in vitro* (в пробирке). Наибольшую чувствительность к действию препарата продемонстрировали клетки аденокарциномы молочной железы человека MCF-7. Поэтому все последующие эксперименты по выяснению механизма апоптотического действия RL2 *in vitro* были проведены на этой линии клеток. В то же время здоровые клетки человека оказались практически не чувствительны к действию рекомбинантного лактапина

3. *Составление собственного научного текста* на основе данной преподавателем информации (выбор студента):

- 1) Глобализация привела к возникновению единой мировой науки, к хаотическому спонтанному научному поиску, отражающему законы непрерывных изменений, причем темп этих изменений таков, что без фантазии и воображения художников тут не обойтись. НПП выполняет в этом случае функцию не просто пояснения, а перетолкования научных фактов.
- 2) Большинство текстов НПП всегда демонстрировали косвенный или имплицитный характер воздействия, а также сочетание прямого и косвенного способов воздействия, которое в большинстве случаев принимало форму косвенных речевых актов. Отсюда – то усложнение языка журналистских текстов, появление новых и новых специализированных и научно-популярных изданий, язык которых не назовешь развлекательно-доступным. Рост числа специализированных изданий отразил и кое-где ускорил сам процесс накопления научной информации.
- 3) Научно-технический прогресс, изменяя структуру масс-медиа, делает их в лучшем варианте проводником передового знания, а в худшем – каналом дезинформации. Наука сама по себе ни хороша, ни плоха, но если она неадекватна, то успокаивает одно: лучшего пока у людей нет, поэтому миссия НПП проста – просвещение и активизация научного поиска.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**

1. Что составляет понятие «устности» речи?
2. Каковы правила трансформации письменного текста в устный?
3. Жанры монологической и диалогической научной речи?
4. Какие виды аргументов преобладают в научной речи?
5. Как характеризуется речевое поведение участника дискуссии?

#### **Контрольная работа № 3.**

Максимальная оценка 20 баллов ( 1 задание –по одному баллу за ответ , всего 10 баллов; 2 задание - 10 баллов (критерии доказательность своего мнения -3б., логичность изложения-3б., правильность речи-2 б., контактирование с аудиторией-2б.).

#### **1. Блиц-опрос.**

- 1) Назовите три показателя устности речи.
- 2) Перечислите приемы преобразования письменного текста в устный.
- 3) Назовите жанры монологической научной речи
- 4) Доклад – это....
- 5) Перечислите ошибки при написании докладов на научной конференции.
- 6) Жанры диалогической научной речи

- 7) «Полемика» на греч языке означает.....
- 8) Виды аргументации.
- 9) Структура доказательства.
- 10) Какие виды вопросов существуют?

## 2. Анализ речевого поведения участников научного диалога.

Посмотрите (на выбор) передачу «Агора» на канале «Культура», ведущий - Михаил Швыдкой // передачу «По гамбургскому счету» на канале «ОТР», ведущая - Ольга Орлова и приготовьтесь оценить умение ведущего задавать вопросы аудитории.

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. Антонова Т.М. Русский язык: основы научного стиля.- Флинта.- 2021.-99с. Текст: электронный//ЭБС ZNANIUM.COM <https://znanium.com/catalog/wide-search?submitted=1&title>
2. Володина М. Н. Язык средств массовой информации : учебное пособие для вузов / Под ред. М. Н. Володиной. - Москва : Академический Проект, 2020. - 332 с. (Gaudeamus) - Текст : электронный // ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/133162>

#### Б) Дополнительная литература

3. Быкова М.Б. и др., Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ и отчетов по практикам/ учебное пособие. Издательство: Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».- 2017.- 76с. Текст: электронный//ЭБС ZNANIUM.COM <https://znanium.com/read?id=369099>
4. Зинковская Н. Я. Культура научной и деловой речи. Нормативный текст : учебное пособие / Н. Я. Зинковская, Н. И. Колесникова, Т. Л. Мистюк, Т. Г. Ольховская; под ред. Н. И. Колесниковой. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 76 с. Текст : электронный // ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/152381>
5. Марьева М. В. Научный стиль русского языка. Практикум.- Учебное пособие.- Издательство «Лань».- 2021.- 116 с. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/book/169263>

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Журналы: «Химия и жизнь» ISSN 0130-5972; «Наука и жизнь» ISSN печатной версии 0028-1263. Режим доступ <https://www.nkj.ru/>
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет

Грамматика русского языка- электронная версия Академической грамматики русского языка, составленной Академией наук СССР (Институт русского языка) - [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://rusgram.narod.ru>

Грамота.ру - справочно-информационный интернет-портал «Русский язык» -

[Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.gramota.ru>

Национальный корпус русского языка – информационно-справочная система, содержащая миллионы текстов на русском языке - [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.ruscorpora.ru>

Русский язык: говорим и пишем правильно - ресурс о культуре письменной и устной речи - <http://www.grammar.ru>

Словари.Ру - ресурс, содержащий обширную коллекцию онлайн-словарей русского языка - [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.slovari.ru>

<https://news.yandex.ru/science.html> Новости науки

<http://window.edu.ru> – Единое окно доступа к информационным ресурсам

<https://cyberleninka.ru> – Научная электронная библиотека «Киберленинка»;

<https://elibrary.ru/defaultx.asp> – Научная электронная библиотека «E-library»;

<https://webofscience.com> – Web of Science.

[www.study.ru](http://www.study.ru) – Языковой сайт

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций, (общее число слайдов 67–)
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 33),

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз

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

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

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

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

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

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Научная публицистика*» проводятся в форме лекций, семинаров и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения практических занятий оборудована электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая

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

#### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средств**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD. проектор.

#### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.
- Электронный курс-онлайн «Научная публицистика» (автор О.Ф .Будко): <https://study.muotr.ru/course/view.php?id=11034>

#### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	8 лицензий	бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	8 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

### **12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
----------------------	----------------------------	----------------------------------

<p><b>Раздел 1. Лингвистика научного текста</b></p>	<p><i><b>Знает</b></i> правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры; различие устной и письменной научной речи; структуру письменного и устного научного текста;</p> <p><i><b>Умеет</b></i> применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия ; делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде; трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;</p> <p><i><b>Владеет</b></i> приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения эффективной научной работы.</p>	<p>Оценка за практическую работу</p> <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за зачет</p>
<p><b>Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы.</b></p>	<p><i><b>Знает</b></i> существование профессионального языка для профессионального взаимодействия; принципы и методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации ; композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста; правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;</p> <p><i><b>Умеет</b></i> анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров; различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи; писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры.;</p> <p><i><b>Владеет</b></i> навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.</p>	<p>Оценка за практическую работу</p> <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за зачет</p>

<p><b>Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи.</b></p>	<p><i>Знает</i> современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; правила убеждения оппонента в научной дискуссии; <i>Умеет</i> применять на практике Коммуникативные технологии, методы и Способы делового общения для Академического и профессионального взаимодействия; выступать с докладами, вести научные дискуссии. <i>Владеет</i> методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий .</p>	<p>Оценка за практическую работу</p> <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за зачет</p>
---	---	--

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**

**«Научная публицистика»**

Направление подготовки 19.04.01

Биотехнология

Магистерская программа - Промышленная биотехнология

Квалификация «магистр»

Форма обучения: очная

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



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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы токсикологии»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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 существующих и новых задач в профессиональной области	ОПК-1.1. Знает современные теории и их интерпретации, проблемы, методологические основы, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;
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-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;
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-6.2. Знает основные этапы и составляющие деятельности по внедрению биотехнологических разработок в практику;
		ОПК-6.3. Знает основные критерии и методы оценки эффективности, пути совершенствования и оптимизации биотехнологических процессов с учетом требований качества, надежности, стоимости, экологических показателей;

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.

– методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.

*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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0

Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,17</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
Контактная самостоятельная работа	0,17	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		5,8	4,35
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### 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 .	34	0	10	0	22	0	0	0	2
2	Раздел 2. Микробиологические источники токсических веществ и соединений.	36	0	12	0	22	0	0	0	2
3	Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств	38	0	12	0	24	0	0	0	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

## 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. Кислородтерапия. 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 аминсоединения ароматического ряда. Нитриты. Взрывные (пороховые) газы. Отравляющие и высокотоксичные вещества, разрушающие эритроциты (гемолитики). Мышьяковистый водород (Арсин – AsH<sub>3</sub>). 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. Циан. 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
	<b>Знать:</b>			
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.		+	+
	<b>Уметь:</b>			
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	+	+	
	<b>Владеть:</b>			

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.				+
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения</b>			
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, перспективные направления развития исследований и их практического применения в области биотехнологии;		+	+
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-4.2. Умеет оценить возможности и выбрать релевантные теоретические, эмпирические и инструментальные методы, соответствующие целям и задачам исследований и разработок;		+	+
20	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-6.2. Знает основные этапы и составляющие деятельности по внедрению биотехнологических разработок в практику;		+	+
		ОПК-6.3. Знает основные критерии и методы оценки эффективности, пути совершенствования и оптимизации биотехнологических процессов с учетом требований качества, надежности, стоимости, экологических показателей;		+	+

## 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	7
2	1	Микробиологические источники токсических веществ и соединений.	7
3	1	Токсикант (яд). Токсины животных (зоотоксины).	8
4	2	Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.	7
5	2	Бактериальные токсины. Микотоксины.	7
6	2	Токсины высших растений.	8
7	3	Обеспечение безопасности биотехнологических производств.	8
8	3	Стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.	8
9	3	Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.	8

### 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов,	Оценка за контрольную работу №1 (3-й семестр)

<p>Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве..</p>	<p>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.</p> <p><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.</p> <p><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.</p>	
<p><b>Раздел 2.</b> Микробиологические источники токсических веществ и соединений.</p>	<p><i>Знает:</i> принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)</p>

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

	<p>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</p>	
--	--	--

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Проектирование в промышленной биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_\_

## 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**:

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Умеет применять полученные знания для постановки и структурирования задач, планирования своей и коллективной деятельности, разработки типовых и новых проектов, выполнения работ для решения комплексных многоэтапных задач в своей профессиональной деятельности;

		<p>УК-2.2. Умеет анализировать, оценивать ресурсы, время, ограничения и риски, управлять ими при решении поставленных комплексных задач;</p>
		<p>УК-2.3. Умеет критически оценивать достоверность и востребованность результатов решения задач, выполнения проектов в рамках своей профессиональной деятельности;</p>
		<p>УК-2.4. Владеет навыками проектирования объектов профильной деятельности, выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;</p>
		<p>УК-2.5. Владеет навыками формулирования и проверки гипотез, организации и планирования оригинальных исследований и практических работ в рамках своей профессиональной деятельности;</p>
		<p>УК-2.6. Владеет навыками внедрения разработок в практику, переноса полученных знаний в социальную и экономическую реальность.</p>

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>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.</p>	<p>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 регламентов на производство</p>	<p>ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.                      ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.                      ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.                      ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.                      ПК-2.5. Владеет навыками осуществления асептических процессов, технического контроля</p>	<p>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 седьмым уровнем Европейской рамки</p>

	<p>биотехнологической продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– реализация и эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</li> <li>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</li> <li>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</li> </ul> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> </ul>		<p>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, по мониторингу и защите окружающей среды.</p>	<p>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.      С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p>
--	--	--	--	---

	<p>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</p> <p>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>			<p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><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.</p> <p>Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств»,</p>
--	---	--	--	--

				<p>утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	--	--	--	---

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>	<b>114,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия (ПЗ)	4,25	153	114,75

в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,75</b>	<b>27</b>	<b>20,25</b>
Контактная самостоятельная работа	0,75	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,6	19,95
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 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
<b>Раздел 1.</b>	Составление и расчет материального баланса	38	0	0	0	33	0	0	0	5
<b>Раздел 2.</b>	Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрование, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен)	35	0	0	0	30	0	0	0	5
<b>Раздел 3.</b>	Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования. Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.	35	0	0	0	30	0	0	0	5
<b>Раздел 4.</b>	Механический расчет и гидравлический расчет	35	0	0	0	30	0	0	0	5
<b>Раздел 5.</b>	Компоновка оборудования в основных и вспомогательных производственных помещениях.	37	0	0	0	30	0	0	0	7
<b>ИТОГО:</b>		<b>180</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>153</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>

## **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 (фильтрация, 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
	<b>Знать:</b>					
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 аппаратурного 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.	+	+	+	+	+
	<b>Уметь:</b>					
8	применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта;	+	+	+	+	+
9	разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства;	+	+	+	+	+
10	использовать нормативную и производственную документацию.	+	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>					
11	библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий;	+	+	+	+	+
12	технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	+	+	+	+	+
13	выполнения чертежей аппаратурных схем технологических процессов с использованием AutoCAD, Компас 3D;	+	+	+	+	+
14	поиска оптимального подхода к решению практических вопросов;	+	+	+	+	+
15	представления результатов курсового проектирования (пояснительная записка, чертеж аппаратурной 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.	+	+	+	+	+

	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>					
19	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Умеет применять полученные знания для постановки и структурирования задач, планирования своей и коллективной деятельности, разработки типовых и новых проектов, выполнения работ для решения комплексных многоэтапных задач в своей профессиональной деятельности;	+	+	+	+	+
		УК-2.2. Умеет анализировать, оценивать ресурсы, время, ограничения и риски, управлять ими при решении поставленных комплексных задач;	+	+	+	+	+
		УК-2.3. Умеет критически оценивать достоверность и востребованность результатов решения задач, выполнения проектов в рамках своей профессиональной деятельности;	+	+	+	+	+
		УК-2.4. Владеет навыками проектирования объектов профильной деятельности, выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;	+	+	+	+	+
		УК-2.5. Владеет навыками формулирования и проверки гипотез, организации и планирования оригинальных исследований и практических работ в рамках своей профессиональной деятельности;	+	+	+	+	+
		УК-2.6. Владеет навыками внедрения разработок в практику, переноса полученных знаний в социальную и экономическую реальность.	+	+	+	+	+

	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>					
20	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+	+	+
		ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.	+	+	+	+	+
		ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.	+	+	+	+	+
		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.	+	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Составление и расчет материального баланса химических процессов (химические стадии производства) и микробиологических процессов (стадия ферментации).	16
2	1	Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрация, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен)	17
3	2	Расчет режимов стерилизации материальных потоков и оборудования.	15
4	2	Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования.	15
5	3	Перемещение технологических сред. Технологический расчет перемешивающего устройства	15
6	3	Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.	15
7	4	Механический расчет и гидравлический расчет.	15
8	4	Компоновка оборудования в основных и вспомогательных производственных помещениях.	15
9	5	Защита курсового проекта	30

### 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 нефтедеструкторов 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](http://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](http://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);

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

## **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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

## 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 перевооружения и внедрения новых технологий на предприятиях отрасли. принципы разработки технологических схем,	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>технологической и технической документации; методы составления тепловых и материальных балансов биотехнологических производств.</p> <p><i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию.</p> <p><i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;</p>	
<p>Составление и расчет материального баланса физико-химических процессов (фильтрация, кристаллизация, адсорбция, сушка, ионный обмен)</p>	<p>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 тепловых и материальных балансов биотехнологических производств.</p> <p><i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта;</p>	<p>Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию.</p> <p><i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;</p>	
<p>Аппаратурный расчет основного и вспомогательного оборудования. Теплоэнергетические балансы, определение поверхности теплообмена, определение расхода теплоносителя.</p>	<p>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 тепловых и материальных балансов биотехнологических производств.</p> <p><i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию.</p> <p><i>Владеть:</i> библиографического</p>	<p>Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;	
Механический расчет и гидравлический расчет.	<p>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 тепловых и материальных балансов биотехнологических производств.</p> <p><i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию.</p> <p><i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;</p>	Промежуточный отчет, оценка за зачет с оценкой.
Компоновка оборудования в	Знает: современные подходы к проектированию	Промежуточный отчет, оценка за зачет с

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
основных и вспомогательных производственных помещениях.	<p>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.</p> <p><i>Умеет:</i> применять методологию технологического проектирования к разработке курсового проекта; разработать технологическую и аппаратурную схемы биотехнологического производства; использовать нормативную и производственную документацию.</p> <p><i>Владеть:</i> библиографического поиска, с привлечением современных информационных технологий; технологического расчета основного и вспомогательного оборудования;</p>	оценкой.

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Профессионально-ориентированный перевод»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

(Код и наименование направления подготовки)

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

(Наименование магистерской программы)

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.фил.н., к.э.н., доцентом кафедры иностранных языков И.А. Кузнецовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков «20» апреля 2022 г., протокол № 9.

## 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), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык».

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

### **Задачи дисциплины:**

- подготовка к профессионально-ориентированному переводу научно-технических специальных текстов путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для перевода научно-технических текстов по выбранной специальности;

- отработка грамматических тем, представляющих сложности при переводе в паре языков русский - английский;

- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** преподается во 2 семестре (очная форма обучения). Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникации	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*Уметь:*

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*Владеть:*

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности,
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
1.1	Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.	12	-	6	-	6
1.2	Техническая терминология: характеристики. Терминология в области информационных систем в цифровой экономике. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.	12	-	6	-	6
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
2.1	Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.	6	-	3	-	3
2.2	Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по теме «Промышленная биотехнология и биоинженерия».	6	-	3	-	3
2.3	Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Промышленная биотехнология и биоинженерия».	6	-	3	-	3

2.4	Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.	6	-	3	-	3
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>14</b>
3.1	Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.	12	-	6	-	6
3.2	Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.	12	-	4	-	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>38</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов**

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

### **Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов**

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

### **Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе.**

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
<b>Знать:</b>				
1	– основные способы достижения эквивалентности в переводе;	+	+	+
2	– основные приемы перевода;	+		
3	– языковую норму и основные функции языка как системы;	+	+	
4	– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;	+	+	+
<b>Уметь:</b>				
5	– применять основные приемы перевода;	+	+	+
6	– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;	+	+	+
7	– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;		+	+
8	– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста		+	+
<b>Владеть:</b>				
9	– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;		+	+
10	– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;	+	+	+
11	– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;		+	+
12	– основной иноязычной терминологией специальности;		+	+
13	– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</b>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		
14	– УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для	– УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения;		+

	академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+	+
		– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

#### Очная форма обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	Раздел 1	Практическое занятие 1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность. адекватность, переводимость специальных текстов.	6
2.	Раздел 1	Практическое занятие 2. Техническая терминология: характеристики. Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.	6
3.	Раздел 2	Практическое занятие 3. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.	3
4.	Раздел 2	Практическое занятие 4. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.	3
5.	Раздел 2	Практическое занятие 5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.	3
6.	Раздел 2	Практическое занятие 6. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.	3
7.	Раздел 3	Практическое занятие 7. Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.	6
8.	Раздел 3	Практическое занятие 8. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.	4

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета* (2 семестр) по дисциплине.

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

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов) и оценки за практическую работу (максимальная оценка 30 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Основы природопользования
2. Экологический мониторинг
3. Техногенные системы и экологический риск
4. Основы промышленной экологии
5. Основные проблемы химии устойчивого развития

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу 1 составляет: 20 баллов; за контрольную работу 2 – 20 баллов; за контрольную работу 3 – 20 баллов (1 семестр).

#### Раздел 1. Контрольная работа № 1.

##### Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,

2 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

**3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,  
оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

**1.** Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в действительном залоге.

### **Water purification**

Water purification is the removal of contaminants from raw water to produce drinking water that is pure enough for human consumption or for industrial use. Substances that are removed during the process include parasites, bacteria, algae, viruses, fungi, minerals (including toxic metals such as Lead, Copper etc.), and man-made chemical pollutants. Many contaminants can be dangerous—but depending on the quality standards, others are removed to improve the water's smell, taste, and appearance. A small amount of disinfectant is usually intentionally left in the water at the end of the treatment process to reduce the risk of re-contamination in the distribution system. Many environmental and cost considerations affect the location and design of water purification plants. There are a number of methods commonly used to purify water. Their effectiveness is linked to the type of contaminant being treated and the type of application the water will be used for.

Filtration: This process can take the form of any of the following:

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.
- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.
- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.
- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

Distillation: Oldest method of purification. Inexpensive but cannot be used for an on-demand process. Water must be distilled and then stored for later use, making it again prone to contamination if not stored properly. Activated carbon adsorption: Operates like a magnet on chlorine and organic compounds. Ultraviolet radiation: At a certain wavelength, this might cause bacteria to be sterilized and other micro organics to be broken down. Deionization: Also known as ion exchange, it is used for producing purified water on-demand, by passing water through resin beds. Negatively charged (cationic) resin removes positive ions, while positively charged one (anionic) removes negative ions. Continuous monitoring and maintenance of the cartridges can produce the purest water.

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

The students were writing down all the data during the experiment.

The researchers will complete the experimental part of their investigation in a week.

They had already completed the experiment when he came.

This technician will have installed the new equipment in our lab by the beginning of the new year.

The production of zinc occurred much later than that of the other common metals.

A number of scientists have confirmed this suggestion.

That matter may exist in three physical states (solid, liquid and gas) is common knowledge.

According to the wave theory, light consists of rapid vibrations.

In the course of his investigations of the solar spectrum, Kirchhoff obtained a number of fundamental results.

In 1911, Ernest Rutherford put forward a model of the atom according to which the atom consists of a small, heavy, charged central nucleus surrounded by a charge distribution of the opposite sign.

## **Раздел 2. Контрольная работа № 2.**

### **Примеры заданий к контрольной работе № 2.**

#### **Контрольная работа содержит 5 заданий:**

**1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,**

**2 задание: письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 5 баллов,**

**3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

1. Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в страдательном залоге и на инфинитивные конструкции.

Solid wastes are generally composed of non-biodegradable and non-compostable biodegradable materials. The latter refer to solid wastes whose biodeterioration is not complete; in the sense that the enzymes of microbial communities that feed on its residues cannot cause its disappearance or conversion into another compound. Parts of liquid waste materials are also considered as solid wastes, where the dredging of liquid wastes will leave solid sedimentation, to which proper waste management techniques should also be applied. Solid waste pollution is when the environment is filled with non-biodegradable and non-compostable biodegradable wastes that are capable of emitting greenhouse gases, toxic fumes, and particulate matters as they accumulate in open landfills. These wastes are also capable of leaching organic or chemical compositions to contaminate the ground where such wastes lay in accumulation. Solid wastes carelessly thrown in streets, highways, and alleyways can cause pollution when they are carried off by rainwater run-offs or by flood water to the main streams, as these contaminating residues will reach larger bodies of water.

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

The engine to be installed in this car is very powerful.

Most scientists expect major development in the nearest future to take place in biology.

One will naturally think such course of events to be disastrous not only for science but for future of mankind.

He is not only critical of the work of others, but also of his own, since he knows the man to be the least reliable of scientific instruments.

The theory suggested by Dr. McCarty is reported to fit the experimental data.

For any natural physical state to change, some changes of the condition acting upon this state must occur.

We know acids and bases to be extremely useful substance.

In this experiment scientists seemed to have included some new compounds.

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

The purpose of this experiment is to find a solvent for this mixture.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

## **Контрольная работа №3. Примеры заданий к контрольной работе №3.**

### **Контрольная работа №3 содержит 3 задания:**

**1 задание: перевод статьи и составление к ней аннотации – 10 баллов,**

**2 задание: письменный перевод предложений, содержащих пройденные грамматические конструкции – 5 баллов,**

**3 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

#### **What Are the Causes of Solid Waste Pollution?**

Causes of solid waste pollution are pollutants from households, industrial units, manufacturing units, commercial establishments, landfills, hospitals and medical clinics. The

pollutants from these places may be in the form of non-biodegradable matter or non-compostable degradable matter.

Trash collected from households often takes the form of plastic bags and organic waste. Solid feces flowing out of homes and into sewers pollute underground water. Commercial establishments also pile up a lot of such waste matter. Industrial units involved in manufacturing produce toxic solid waste, such as slag, from the industrial process of obtaining metals from their ores.

Hospitals and clinics also produce waste in the form of disposable syringes, used test tubes, plastic bags used for collecting blood, cotton swabs and used bandages. Such solid waste needs careful handling and disposal. The soil becomes polluted with dangerous medical waste when such matter is disposed of directly into landfills.

Solid waste is usually dumped in landfills. Landfills are large pits in the ground that act as garbage disposal places. The biodegradable matter in landfills becomes a part of the soil gradually. The toxic non-biodegradable and non-compostable matter poses a health hazard as it does not decompose but mixes with the soil and the underground water.

Industrial incinerators are used to burn trash on a large scale. They cause pollution by emitting greenhouse gases while burning solid waste.

Recycling reduces pollution by cutting down on the amount of waste that sits in landfills and clutter that dirties streets, parks, roadsides, rivers and lakes. Solid waste material that ends up in landfills causes air pollution in the form of methane gas emissions. Recycling more waste reduces the amount of methane that escapes into the air. Recycling also reducing the production of virgin resources which process contributes to pollution.

When products such as glass, paper, plastic, wood and metals are thrown away and left to rot in a landfill, their presence leads to increased pollution. Likewise, trash that is thrown on the ground by pedestrians and motorists increases pollution. That debris scatters about and becomes an eyesore and environmental hazard.

Reclaiming city streets, parks, highways and waterways from the pollution created by trash and debris is a major priority for most cities across the United States. Pollution must constantly be monitored so that it does not get out of control and become overly destructive to the environment. When people are careless with trash, their behavior can ruin land and important waterways.

In a world that is increasingly crowded, recycling is crucial in order to prevent the further sprawl of toxic landfills that threaten the delicate balance of the ecosystem. Support the planet by separating recyclable materials into bins or taking materials to recycling centers.

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

1. The phlogiston theory is a theory that postulated that a fire-like element called phlogiston is contained within combustible bodies and released during combustion.

2. The theory attempted to explain burning processes such as combustion and rusting, which are now collectively known as oxidation.

3. The theory of phlogiston was suggested by the German Georg Ernst Stahl in the early 18th century

4. Phlogiston remained the dominant theory until the 1780s when Lavoisier showed that combustion requires a gas that has mass (oxygen) and could be measured by means of weighing closed vessels

5. The development of the electrochemical theory of chemical combinations occurred in the early 19th century as the result of the work of two scientists in particular.

6. Davy discovered nine new elements including the alkali metals by extracting them from their oxides with electric current.

7. The current model of atomic structure is the quantum mechanical model.

8. Traditional chemistry starts with the study of elementary particles, atoms, molecules, substances, metals, crystals and etc.

9. This matter can be studied in solid, liquid, or gas states, in isolation or in combination.

10. The interactions, reactions and transformations that are studied in chemistry are usually the result of interactions between atoms, leading to rearrangements of the chemical bonds which hold atoms together.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

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

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

### **8.4. Структура и примеры билетов для зачета (2 семестр).**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Кузнецова Т.И., Воловикова Е.В., Кузнецов И.А. Английский язык для химиков – технологов. Учебное пособие. М. РХТУ, 2017 г. – 400 с.

2. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н., Кузнецов И.А., Коваленко Н.Г. Английский язык. Учебное пособие по практике устной речи. РХТУ, Москва, 2015 г. – 78 с.

3. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н. Сборник упражнений по основным разделам грамматики английского языка. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2018 г. – 39 с.

4. Кузнецова Т.И. Английский язык. Методические указания к практическим занятиям по теме: Структура предложения. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2012 г.

5. Кузнецова Т.И. Марченко А.Н. Кузнецов И.А. Английский язык для магистрантов по направлению «Химия» Учебное пособие. М. РХТУ, 2018 г.

6. Кузнецов И.А., Кузнецова Т.И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещенный в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Кузнецов Т.И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва:РХТУ, 2018.

7. Беляева, И.В. Иностраный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Беляева, Е.Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Кузнецова Т.И. Методические указания по курсу «Английский язык». Грамматические тесты. М.: РХТУ, 2016.

2. М.Г. Рубцова. Чтение и перевод научной и технической литературы: лексико-грамматический справочник. Учебник. 2-е изд. испр. и доп. М.: Астрель: АСТ, 2017.

3. Серебренникова Э.И., Круглякова И.Е. Учебник английского языка для химико-технологических вузов. Москва. Альянс 2009.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

– Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

– Презентации к лекциям.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

– <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;

- <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
- <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
- <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
- <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
- <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
- <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box.

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
1. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив, электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
2. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
3. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
4. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
5. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
6. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.
7. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

8. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300).

Аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения; компьютерный класс, оргтехника, теле- и аудиоаппаратура (всё – в стандартной комплектации для практических занятий и самостоятельной работы); доступ к сети Интернет.

Аудиторная и самостоятельная работа студентов обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем разделам дисциплины. Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным разделам изучаемой дисциплины, основным практическим и контрольным заданиям для промежуточного и итогового контроля.

## **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 *«Профессионально-ориентированный перевод»* 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. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

### 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 занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; 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.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020  Сумма договора – 747 661-28	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный

		<p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>Сумма договора – 498445-10</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>

		<p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
2	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

4	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021  Сумма контракта 680 580-00  С 01.01.2022 по 31.12.2022  Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>  Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
5	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022  Сумма договора – 478 304.00  С 16.03.2022 по 15.03.2023  Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>  Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
6	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022  Сумма договора – 258 488 - 00  С 16.03.2022 по 15.03.2023  Ссылка на сайт –	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

		<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	
7	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022  Сумма договора – 31 500-00  С 06.04.2022 по 05.04.2023  Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>  Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
8	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»  Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022  Сумма договора – 108 000-00  С 11.04.2022 по 10.04.2023  Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>  Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

А также всевозможные одноязычные и двуязычные книжные и электронные словари, справочники, программы поиска информации:

- АБВУ Lingvo 12 «Многоязычная версия» – электронные словари;
- Многоязычный электронный словарь «МультиЛекс Делюкс 6»;
- Компьютерная программа Sound Forge (аудио редактор) для воспроизведения, составления и редактирования аудио текстов;
- PROMT Expert 8.0 – система для профессионального перевода документов;
- Средства звукозаписи (предпочтительно – цифровой диктофон или планшетный компьютер) помогают студенту осуществлять самоконтроль в процессе обучения устной речи.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996.

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005.

Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999.

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010.

Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995.

Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998.

Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997.

Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011.

Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007.

Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	O365ProPlusOpen Fclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Контракт № 90-133ЭА/2021	12 месяцев (ежегодное продление	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Стандартный Russian Edition.	от 07.09.2021	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	
6.	O365ProPlusOpen Students ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft  Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
7.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
8.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ABBYY Lingvo (многоязычная)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	5 лицензий	бессрочно	Да
9.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10,	5 лицензий	бессрочно	Да

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	программу для ЭВМ) Promt standard Гигант	Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10			
10.	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт от 15.06.2021 № 42-62ЭА/2021	не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2022	Да

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы достижения эквивалентности в переводе;</li> <li>– основные приемы перевода;</li> <li>– языковую норму и основные функции языка как системы;</li> <li>– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные приемы перевода;</li> <li>– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы достижения эквивалентности в переводе;</li> <li>– языковую норму и основные функции языка как системы</li> <li>– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные приемы перевода;</li> <li>– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;</li> <li>– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;</li> <li>– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p>

	<p>грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;</li> <li>– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;</li> <li>– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;</li> <li>– основной иноязычной терминологией специальности.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 3.</b> Интернет и ИКТ в профессионально – ориентированном переводе.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы достижения эквивалентности в переводе;</li> <li>– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные приемы перевода;</li> <li>– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;</li> <li>– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;</li> <li>– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;</li> <li>– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной,</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за практическую работу (2 семестр)</p>

	<p>специальной литературе и компьютерных сетях; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода; – основной иноязычной терминологией специальности; – основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.</p>	
--	---	--

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Профессионально-ориентированный перевод»**

**основной образовательной программы**

19.04.01 Биотехнология

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Система менеджмента качества биотехнологических производств»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Умеет применять полученные знания для постановки и структурирования задач, планирования своей и коллективной деятельности, разработки типовых и новых проектов, выполнения работ для решения комплексных многоэтапных задач в своей профессиональной деятельности;
		УК-2.2. Умеет анализировать, оценивать ресурсы, время, ограничения и риски, управлять ими при решении поставленных комплексных задач;
		УК-2.4. Владеет навыками проектирования объектов профильной деятельности, выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;

**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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>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.</p>	<p>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 регламентов на</p>	<p>ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.                      ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.                      ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.</p>	<p>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 седьмым</p>

	<p>производство биотехнологической продукции;</p> <p>– реализация и эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</p> <p>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты,</p>			<p>уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ.</p> <p>А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>В. Управление действующими технологическими процессами и производством.</p> <p>В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих</p>
--	---	--	--	---

	<p>биологически активные вещества;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> <li>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</li> <li>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от</li> </ul>			<p>биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><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.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p>
--	--	--	--	--

	техногенного антропогенного воздействия.	и		«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.
--	--	---	--	---

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,36</b>	<b>85</b>	<b>63,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,64</b>	<b>23</b>	<b>17,25</b>
Контактная самостоятельная работа	0,64	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		22,6	16,95
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 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	3	0	2	0	0	0	0	0	1
2	<b><u>Раздел 1. Понятие качества. Система менеджмента качества на основе ISO 9001.</u></b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
3	1.1. Понятие «качества» и межотраслевой характер биотехнологии. Роль государства в управлении качеством продукции	12	0	4	0	6	0	0	0	2
4	1.2. Универсальный подход к управлению качеством, ISO 9001	12	0	4	0	5	0	0	0	3
5	1.3. Риск-ориентированное мышление. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса	12	0	3	0	6	0	0	0	3
6	<b><u>Раздел 2. Отраслевые стандарты в области качества.</u></b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
7	2.1. Управление рисками контаминации на биотехнологическом производстве. Сравнение подходов в различных отраслях	15	0	5	0	7	0	0	0	3
8	2.2. Принципы проектирования помещений биотехнологических	20	0	6	0	10	0	0	0	4

№ 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	<b><u>Раздел 3. Документация на предприятии. Аудит.</u></b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
10	3.1. Формализация качества продукции. Нормативные документы	10	0	3	0	5	0	0	0	2
11	3.2. Технологическая документация на производстве. Технологические регламенты и инструкции	11	0	3	0	5	0	0		3
12	3.3. Обзор инструментов управления качеством. Аудит	13	0	4	0	7	0	0	0	2
	Зачёт с оценкой									
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>

## 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 Cp и Cpk.

### **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 ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел		
		1	2	3
<b>Знать:</b>				
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	+	+	+
<b>Уметь:</b>				
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		+	
<b>Владеть:</b>				
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		+	+

	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>			
12	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Умеет применять полученные знания для постановки и структурирования задач, планирования своей и коллективной деятельности, разработки типовых и новых проектов, выполнения работ для решения комплексных многоэтапных задач в своей профессиональной деятельности;	+	+	+
		УК-2.2. Умеет анализировать, оценивать ресурсы, время, ограничения и риски, управлять ими при решении поставленных комплексных задач;	+	+	+
		УК-2.4. Владеет навыками проектирования объектов профильной деятельности, выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>	+	+	+
	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+

	<p>ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.</p>	+	+	+
--	---	---	---	---

## 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)	6
2	1	Разработка система менеджмента качества на основе ISO 9001 (деловая игра)	5
3	1	Изучение методологии анализа рисков (обсуждение)	6
4	2	Сравнение подходов к предотвращению контаминации в различных стандартах и правилах (обсуждение)	7
5	2	Изучение способов предотвращения контаминации при проектировании биотехпроизводств (деловая игра)	10
6	3	Подходы к разработке нормативной документации, ТУ (обсуждение).	5
7	3	Технологические регламенты. Сравнение требований для фармацевтической и химической промышленности (обсуждение).	5
8	3	Инструменты управления качеством. Аудит системы качества.	7

### 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 система 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 игра)
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 контрольных 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 (2-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Система менеджмента качества биотехнологических производств» проводится во 2-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	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b>
	<b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b>
<b>Дисциплина «Система менеджмента качества Биотехнологических производств»</b>	
<b>Билет № 1</b>	
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](http://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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

### 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	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>системы менеджмента: функции и организационные структуры; процессы управления: целеполагание и оценка ситуации, принятие управленческих решений;</li> <li>-организацию биотехнологического производства: производственный процесс и принципы его организации, типы, формы и методы организации производства;</li> <li>-основные современные российские и международные стандарты качества;</li> <li>-требования законодательства и стандартов Российской Федерации к продуктам биотехнологических производств.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-анализировать требования законодательства и стандартов в области качества и корректно применять их в производственной деятельности и управлении коллективом;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-терминологией в области качества на биотехнологическом производстве;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2-ий семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (2-й семестр)</p>

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

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-терминологией в области качества на биотехнологическом производстве;</li> <li>-навыками разработки нормативной и технологической документации на биотехнологическом предприятии;</li> <li>-навыками проведения проверки эффективности деятельности системы менеджмента качества внутри предприятия.</li> </ul>	

### **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  
«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.

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Современные проблемы биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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:**

### **Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
------------------------	-----------------------	---

(группы) УК		
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Знает основные принципы и составляющие системного подхода, методологию анализа проблемных ситуаций;
		УК-1.2. Умеет выделить основные приоритеты, наиболее важные составляющие в решении поставленных задач;
		УК-1.3. Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;
		УК-1.5. Владеет навыками анализа и синтеза, оценки достоинств и недостатков возможных путей решения проблем и задач, выбора рациональных решений в рамках профессиональной деятельности;
		УК-1.6. Владеет навыками критического оценивания и интерпретации различных разработок теории и практики, демонстрации критического понимания вопросов, связанных со знанием в области профессиональной деятельности и в смежных областях.

**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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;
		ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и

		общество, изменению социальных стандартов и этических проблем
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 современное состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовые приоритеты в России и за рубежом;
		ОПК-6.2. Знает основные этапы и составляющие деятельности по внедрению биотехнологических разработок в практику;
		ОПК-6.3. Знает основные критерии и методы оценки эффективности, пути совершенствования и оптимизации биотехнологических процессов с учетом требований качества, надежности, стоимости, экологических показателей;
		ОПК-6.4. Знает нормативно-правовую базу инновационной деятельности при разработке и внедрении инноваций в биотехнологии;
		ОПК-6.5. Умеет применять инструментальные, инженерные, аппаратные, технологические, компьютерные средства и методы, информационно-коммуникационные технологии для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.
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. Владеет навыками подготовки научно-технической и технологической документации, научно-технических отчетов, презентаций, публикаций научных результатов, защиты интеллектуальной собственности, аналитических обзоров и справок, документации для участия в конкурсах научных проектов, в том числе с использованием современных автоматизированных методов и средств;
		ОПК-8.2. Владеет базовыми навыками технико-экономического анализа в соответствии со стандартами;
		ОПК-8.3. Умеет обеспечить профессиональную конфиденциальность с

		учетом требований по защите интеллектуальной собственности.
--	--	---

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,17</b>	<b>114</b>	<b>85,5</b>
Контактная самостоятельная работа	3,17	0,4	0,3

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		113,6	85,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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.	Практические занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабораторные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоятельная работа
	Введение	6	0	2	0	2	0	0	0	2
1.	Основные направления развития современной биотехнологии	34	0	5	0	11	0	0	0	18
2.	Современные проблемы молекулярной биологии	35	0	6	0	11	0	0	0	18
3.	Современные проблемы кормопроизводства и получения белковых веществ	34	0	5	0	11	0	0	0	18
4.	Актуальные направления развития сельскохозяйственной биотехнологии Биологические средства защиты растений и биологические удобрения	34	0	5	0	11	0	0	0	18
5.	Современные проблемы биогеотехнологии	36	0	5	0	11	0	0	0	20
6.	Особенности получения готовых и товарных форм биотехнологической продукции	37	0	6	0	11	0	0	0	20
	<b>ИТОГО:</b>	<b>216</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>114</b>

## **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 *in vitro* 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
	<b>Знать:</b>						
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	+	+	+	+	+	+
	<b>Уметь:</b>						
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			+	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>							
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		+	+	+	+	+	+
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>						
18	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Знает основные принципы и составляющие системного подхода, методологию анализа проблемных ситуаций;	+	+	+			
		УК-1.2. Умеет выделить основные приоритеты, наиболее важные составляющие в решении поставленных задач;	+	+	+			
		УК-1.3. Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;	+	+	+			
		УК-1.4. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;	+	+	+			

		УК-1.5. Владеет навыками анализа и синтеза, оценки достоинств и недостатков возможных путей решения проблем и задач, выбора рациональных решений в рамках профессиональной деятельности;	+	+	+			
		УК-1.6. Владеет навыками критического оценивания и интерпретации различных разработок теории и практики, демонстрации критического понимания вопросов, связанных со знанием в области профессиональной деятельности и в смежных областях.	+	+	+			
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>						
19	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, перспективные направления развития исследований и их практического применения области биотехнологии;	+	+	+	+	+	+
		ОПК-1.2. Знает в рамках надпрофессиональных и междисциплинарных связей современные научные решения и основные мировые достижения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе, основные тенденции и направления развития биотехнологии в ближайшем будущем, по ее влиянию на природу и общество, изменению социальных стандартов и этических проблем	+	+	+	+	+	+

20	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 современное состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовые приоритеты в России и за рубежом;	+	+	+	+	+	+	
		ОПК-6.2. Знает основные этапы и составляющие деятельности по внедрению биотехнологических разработок в практику;	+	+	+	+	+	+	+
		ОПК-6.3. Знает основные критерии и методы оценки эффективности, пути совершенствования и оптимизации биотехнологических процессов с учетом требований качества, надежности, стоимости, экологических показателей;	+	+	+	+	+	+	+
		ОПК-6.4. Знает нормативно-правовую базу инновационной деятельности при разработке и внедрении инноваций в биотехнологии;	+	+	+	+	+	+	+
		ОПК-6.5. Умеет применять инструментальные, инженерные, аппаратные, технологические, компьютерные средства и методы, информационно-коммуникационные технологии для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	+	+	+	+	+	+	+

21	ОПК-8. Способен разрабатывать научно-техническую и нормативно-технологическую документацию на биотехнологическую продукцию, готовить материалы для защиты объектов интеллектуальной собственности	ОПК-8.1. Владеет навыками подготовки научно-технической и технологической документации, научно-технических отчетов, презентаций, публикаций научных результатов, защиты интеллектуальной собственности, аналитических обзоров и справок, документации для участия в конкурсах научных проектов, в том числе с использованием современных автоматизированных методов и средств;	+	+	+	+	+	+
		ОПК-8.2. Владеет базовыми навыками технико-экономического анализа в соответствии со стандартами;	+	+	+	+	+	+
		ОПК-8.3. Умеет обеспечить профессиональную конфиденциальность с учетом требований по защите интеллектуальной собственности.	+	+	+	+	+	+

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

15	5	Механизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами.	3
16	5	Перспективные методы извлечения цветных металлов (подземное, кучное, чановое) с применением бактериального выщелачивания.	4
17	5	Использование микроорганизмов в интенсификации процессов добычи полезных ископаемых.	4
18	6	Пробиотики: теоретические и практические аспекты получения и применения	5
19	6	Пребиотики: теоретические и практические аспекты получения и применения	6

## 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.
- Биодegradация 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.
  - Имобилизованные 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 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, фосформобимбилизирующие, 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.
- Пробиотики: 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.
- Биодegradация 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

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__ г</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>
	<p><b>19.04.01 Биотехнология</b></p>
	<p><b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Современные проблемы биотехнологии»</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Основные инструменты поддержки развития биотехнологий. 2. Промышленные ферментные препараты. 3. Свекловичный жом как ценное вторичное сырье. Варианты биоконверсии и использование в России.</p>	

## 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

#### 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	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные нормативные документы, определяющие и регламентирующие направления развития биотехнологий в России;</li> <li>– состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;</li> <li>– перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;</li> <li>– пути интенсификации традиционных биотехнологий;</li> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;</li> <li>– способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)</p>

	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;</li> <li>– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;</li> <li>– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и освоения действующих технологических схем биотехнологических производств.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств.</li> <li>– навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.</li> </ul>	
<p>Раздел 2. Современные проблемы молекулярной биологии.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;</li> <li>– перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;</li> <li>– пути интенсификации традиционных биотехнологий;</li> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;</li> <li>– способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;</li> <li>– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;</li> <li>– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)</p>

	<p>освоения действующих технологических схем биотехнологических производств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>– проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>– проводить микробиологический контроль производства.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства;</li> <li>– навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории;</li> <li>– навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств.</li> <li>– навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.</li> </ul>	
<p>Раздел 3. Современные проблемы кормопроизводства и получения белковых веществ.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;</li> <li>– перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;</li> <li>– пути интенсификации традиционных биотехнологий;</li> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;</li> <li>– способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;</li> <li>– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;</li> <li>– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)</p>

	<p>освоения действующих технологических схем биотехнологических производств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>– проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>– проводить микробиологический контроль производства.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства;</li> <li>– навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории;</li> <li>– навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств.</li> <li>– навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.</li> </ul>	
<p>Раздел 4. Актуальные направления развития сельскохозяйственной биотехнологии Биологические средства защиты растений и биологические удобрения</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;</li> <li>– перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;</li> <li>– пути интенсификации традиционных биотехнологий;</li> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;</li> <li>– способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;</li> <li>– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;</li> <li>– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)</p>

	<p>освоения действующих технологических схем биотехнологических производств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>– проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>– проводить микробиологический контроль производства.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства;</li> <li>– навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории;</li> <li>– навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств.</li> <li>– навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.</li> </ul>	
<p>Раздел 5. Современные проблемы биогеотехнологии.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;</li> <li>– перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;</li> <li>– пути интенсификации традиционных биотехнологий;</li> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;</li> <li>– способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;</li> <li>– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;</li> <li>– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)</p>

	<p>освоения действующих технологических схем биотехнологических производств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обосновывать выбор технологических схем процессов получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>– проводить качественный и количественный аналитический контроль исходного сырья, образующихся промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>– проводить микробиологический контроль производства.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проведения физико-химического анализа биологически активных веществ и продуктов биотехнологического производства;</li> <li>– навыками работы с биообъектами в микробиологической лаборатории;</li> <li>– навыками технико-экономической оценки и разработке основ перспективных биотехнологических производств.</li> <li>– навыками формирования общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.</li> </ul>	
<p>Раздел 6. Особенности получения готовых и товарных форм биотехнологической продукции.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состояние и перспективы инновационной деятельности в биотехнологии, базовых приоритетах отрасли;</li> <li>– перспективы развития и важнейшие направления современной биотехнологии;</li> <li>– пути интенсификации традиционных биотехнологий;</li> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– основные промышленные биотехнологические процессы, их общие закономерности и характерные особенности;</li> <li>– способы культивирования биообъектов, а также выделения и очистки целевых и побочных биотехнологических продуктов и утилизации отходов производств.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики, демонстрировать критическое понимание вопросов, связанных со знанием в области биотехнологии и смежных областях;</li> <li>– анализировать разнообразие биотехнологических способов и осуществлять выбор наиболее эффективного из них для получения продуктов заданного качества;</li> <li>– применять знания, полученных при изучении предыдущих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, для анализа и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1-ый семестр)</p>

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 – 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**  
**«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»**

---



**«УТВЕРЖДАЮ»**

**И.о. проректора по учебной работе**

**С.Н. Филатов**

**«25» мая 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Социология и психология профессиональной деятельности»**

**Направление подготовки**

**19.04.01 Биотехнология**

**Магистерские программы:**

**Промышленная биотехнология и биоинженерия**

**Квалификация: магистр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.

Председатель

**Н.А. Макаров**

**Москва 2022**

Программа составлена к.п.с.н., доцентом кафедры социологии, психологии и права Н.С. Ефимовой

Программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры социологии, психологии и права РХТУ им. Д.И. Менделеева «17» мая 2022 г., протокол № 10

## 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), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой социологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Социология и психология профессиональной деятельности» относится к обязательной части блока 1. Дисциплина (модули) учебного плана и рассчитана на изучение в течение одного семестра. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области социально-психологических дисциплин.

**Цель дисциплины** – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять анализ проблемных ситуаций, вырабатывать конструктивную стратегию действий, организовывать и руководить работой коллектива, в том числе в процессе межкультурного взаимодействия, рефлексировать свое поведение, выстраивать и реализовывать стратегию профессионального развития.

**Задачи дисциплины** – формирование у студентов:

- системных знаний и представлений о современном российском обществе, о новых условиях и возможностях развития личности, месте и роли будущего выпускника вуза;
- компетенций, необходимых для личностного и профессионального становления в процессе обучения в вузе и профессиональной деятельности специалиста в рамках управленческих взаимоотношений;
- способности осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде, управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития.

Дисциплина «Социология и психология профессиональной деятельности» преподается в магистратуре в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на получение следующих универсальных **компетенций и индикаторов их достижения**: УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-3.7; УК-3.8; УК-3.9; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-5.4

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Командная работа и лидерство	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Знает и понимает базовые принципы и особенности работы организации, взаимоотношений при работе в профессиональных коллективах, возможные способы мотивации членов коллектива; УК-3.2 Знает и учитывает социально-психологические аспекты в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации; УК-3.3 Умеет планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не

		<p>только своего, но и членов коллектива;  УК-3.4 Умеет эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении задач, соответствующих профилю подготовки;  УК-3.5 Способен проявлять инициативу и принимать решения, брать на себя ответственность при принятии решений;  УК-3.6 Умеет выработать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач;  УК-3.7 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;  УК-3.8 Владеет теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутри-личностных, групповых и межкультурных конфликтов, навыками установления доверительного контакта и диалога, характеризующихся конструктивным уровнем общения;  УК-3.9 Владеет нормами профессиональной и корпоративной этики при ведении профессиональной деятельности.</p>
<p>Межкультурное взаимодействие</p>	<p>УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>УК-5.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;  УК-5.2 Знает аспекты проявления межкультурных конфликтов;  УК-5.3 Умеет адекватно объяснять особенности поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения в процессе взаимодействия с ними, опираясь на знания причин появления социальных обычаев и различий в поведении людей;  УК-5.4 Владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;
- методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;

- конфликтологические аспекты управления в организации;
- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

*Уметь:*

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;
- анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- устанавливать с коллегами отношения на конструктивном уровне общения;
- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

*Владеть:*

- социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;
- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34,0</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	16,0	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18,0	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Самост. раб
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
1.1	Современное общество в условиях глобализации и информатизации.	4	1	1	2
1.2	Общее понятие о личности.	4	1	1	2
1.3	Социальные и психологические				

	технологии самоорганизации и саморазвития личности.	6	1	1	4
1.4	Когнитивные процессы личности.	6	2	1	3
1.5	Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.	6	2	2	2
1.6	Психология профессиональной деятельности.	8	1	2	5
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Человек как участник трудового процесса</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
2.1	Основные этапы развития субъекта труда.	5	1	1	3
2.2	Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.	5	1	1	3
2.3	Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.	6	1	2	3
2.4	Профессиональная коммуникация.	6	2	2	2
2.5	Психология конфликта.	6	1	2	3
2.6	Трудовой коллектив. Психология совместного труда.	5	1	1	3
2.7	Психология управления.	5	1	1	3
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>38</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности.**

#### **1.1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации.**

Типы современных обществ: общество риска, общество знания, информационное общество. Социальные и психологические последствия информатизации общества. Фукурошок. Культурошок. Аномия. Адаптационные копинг-стратегии. Личность в современном обществе. Рефлексирующий индивид. Человек как субъект деятельности. Самодиагностика и самоанализ профессионального развития.

#### **1.2. Общее понятие о личности.**

Личность и ее структура. Самосознание: самопознание, самоотношение, саморегуляция. Основные подходы к изучению личности. Развитие личности. Социальная и психологическая структура личности. Ценностные ориентации и предпочтения личности. Личность в системе непрерывного образования. Самообразование как основа непрерывного образования. Толерантное восприятие социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий.

#### **1.3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.**

Темперамент и характер в структуре личности. Проявление темперамента в деятельности. Структура и типология характера. Формирование характера. Построение взаимодействия с людьми с учетом их индивидуальных различий. Стратегии развития и саморазвития личности. Личные приоритеты. Целеполагание. Ценности как основа целеполагания. Цели и ключевые области жизни. Life Management и жизненные цели. Smart - цели и надцели. Цель и призванные обеспечить ее достижения задачи и шаги. Копинг-стратегии. Искусство управлять собой.

#### **1.4. Когнитивные процессы личности.**

Общая характеристика когнитивных (познавательных) процессов личности. Ощущение и восприятие: виды, свойства, особенности развития. Внимание и память: виды, свойства, функции. Развитие и воспитание внимания. Возрастные и индивидуальные особенности памяти. Приемы рационального заучивания. Мышление и его формирование. Типология мышления: формы, виды, операции, индивидуальные особенности. Мышление и речь. Способы активизации мышления. Воображение: виды, функции, развитие. Воображение и творчество. Приемы эффективного чтения. Тренировка памяти и внимания.

#### **1.5. Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.**

Общее понятие об эмоциях и чувствах: функции, классификация, особенности развития. Способы управления своим эмоциональным состоянием. Общее представление о воле. Психологическая структура волевого акта. Развитие и воспитание силы воли. Функциональные состояния человека в труде. Регуляторы функциональных состояний. Классификация функциональных состояний. Психологический стресс как функциональное состояние. Психология стресса. Профилактика стресса и формирование стрессоустойчивости. Методы управления функциональными состояниями.

#### **1.6. Психология профессиональной деятельности.**

Человек и профессия. Структура профессиональной деятельности. Психологические направления исследования человека в структуре профессиональной деятельности. Профессиографирование как метод изучения профессиональной деятельности. Виды профессиографирования. Задачи психологии профессиональной деятельности. Психологические признаки и регуляторы труда. Профессионально важные качества.

### **Раздел 2. Человек как участник трудового процесса.**

#### **2.1. Основные этапы развития субъекта труда.**

Человек как субъект труда: структура основных компонентов. Этапы развития субъекта труда (периодизация Е. А. Климова). Кризисы профессионального становления (Е. Ф. Зеер). Внутриличностный конфликт и способы его разрешения.

### **2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.**

Потребности и мотивы личности. Классификация потребностей и виды мотивации. Иерархия потребностей (пирамида А. Маслоу). Трудовая мотивация. Мотивы трудового поведения (В. Г. Подмарков). Основные теории трудовой мотивации и удовлетворенности трудом (Д. Макклеланд, Ф. Герцберг, В. Врум и др.). Мотивация поведения человека в организации. Сущность мотивации как функции управления в организации. Природа мотивации. Функции мотивов поведения человека. Мотивация и управление. Психологические теории мотивации в организации. Социально-экономические теории мотивации. Исследования мотивации. Методики определения мотивации к успеху.

### **2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.**

Психологическая система трудовой деятельности. Мотивационный процесс как основа целеполагания. Этапы достижения цели. Структура мотивационного процесса. Критерии эффективности целеполагания. Классификация целей. Разработка программы реализации цели. Стратегическое планирование.

### **2.4. Профессиональная коммуникация.**

Психология общения. Составные элементы процесса общения. Функции и виды общения. Типы общения. Характеристики личности, способствующие успешности общения. Обмен информацией и коммуникативные барьеры. Авторитарная и диалогическая коммуникация. Общение как взаимодействие (интеракция). Межличностное восприятие и построение имиджа. Профессиональное общение. Культура делового общения.

### **2.5. Психология конфликта.**

Конфликт как особая форма взаимодействия. Структура, динамика, функции конфликтов. Основные стадии развития конфликтов. Классификация конфликтов. Основные этапы поиска выходов из конфликтной ситуации. Профессиональные конфликты. Источники конфликтов. Конфликтотенные личности. Условия конструктивного разрешения конфликтов. Управление конфликтными ситуациями в коллективе. Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.

### **2.6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда.**

Группа. Коллективы. Организации. Понятие группы. Виды групп: условные и реальные, большие и малые, первичные и вторичные, формальные и неформальные, референтные группы. Профессиональные коллективы. Динамика формирования коллектива. Диагностика социальных групп. Групповая сплоченность. Групповая динамика. Деятельность команд в организации. Социометрия. Психология совместной трудовой деятельности. Признаки группового субъекта труда. Классификация организаций. Способ организации совместной деятельности. Психология группы. Социально-психологические особенности малой организованной группы. Социально-психологический климат группы.

### **2.7. Психология управления.**

Управление как социальный феномен. Субъект и объект управления. Управленческие отношения как предмет науки управления. Этапы ее развития. Управленческая деятельность. Основные управленческие культуры: характерные черты и особенности. Основные функции управленческой деятельности. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Человеческие ресурсы организации и управленческие проблемы их эффективного использования. Проблема человека в системе управления. Личность и организация.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
<b>Знать:</b>			
1	– сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;	+	
2	– методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;		+
3	– конфликтологические аспекты управления в организации;		+
4	– методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.	+	+
<b>Уметь:</b>			
5	– планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;		+
6	– анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;	+	+
7	– устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся конструктивным уровнем общения;		+
8	– вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.	+	+
<b>Владеть:</b>			
9	– социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;	+	
10	– теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;		+
11	– способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;		+
12	– способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</u>			
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>	

13	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Знает и понимает базовые принципы и особенности работы организации, взаимоотношений при работе в профессиональных коллективах, возможные способы мотивации членов коллектива;		+
		УК-3.2 Знает и учитывает социально-психологические аспекты в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации;	+	+
		УК-3.3 Умеет планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;		+
		УК-3.4 Умеет эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении задач, соответствующих профилю подготовки;	+	
		УК-3.5 Способен проявлять инициативу и принимать решения, брать на себя ответственность при принятии решений;		+
		УК-3.6 Умеет выработать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач;	+	+
		УК-3.7 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;		+
		УК-3.8 Владеет теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов, навыками установления доверительного контакта и диалога, характеризующихся конструктивным уровнем общения;	+	+

		УК-3.9 Владеет нормами профессиональной и корпоративной этики при ведении профессиональной деятельности.	+	+
14	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;		+
		УК-5.2 Знает аспекты проявления межкультурных конфликтов;	+	+
		УК-5.3 Умеет адекватно объяснять особенности поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения в процессе взаимодействия с ними, опираясь на знания причин появления социальных обычаев и различий в поведении людей;		+
		УК-5.4 Владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Социальная значимость профессии. Роль химика-технолога в модернизации российского общества и решении социально-экологических проблем.	2
2	1	Социально-психологические основы управления карьерой. Планирование профессиональной карьеры.	2
3	1	Стратегии развития и саморазвития личности. Индивидуальное задание «Методика диагностики личности на мотивацию к успеху (Т. Элерс)»	2
4	1	Деловая игра на тему «Внутриличностный конфликт»	2
5	2	Тайм-менеджмент в системе самоорганизации и самообразования личности. Методы и техники управления временем.	2
6	2	Диагностика социальных групп. Групповая сплоченность. Групповая динамика. Социометрия	2
7	2	Руководство и лидерство.	2
8	2	Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.	2
9	2	Деловая игра на тему «Межличностный конфликт в группе»	2

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- написание докладов, подготовку презентаций;
- участие в подготовке проекта;
- 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 работ, выполненных в течение семестра (максимальная оценка 60 баллов за семестр):

- контрольная работа №1 -10 баллов;
- доклад по разделу 1 – 10 баллов;
- контрольная работа №2 - 10 баллов;
- доклад по разделу 2 – 10 баллов
- проект - 20 баллов.

Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

### **8.1.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

За курс студентам предлагается сделать два доклада по 10 баллов, по одному докладу на каждый раздел. Всего 20 баллов.

К Разделу 1. Пример тем докладов для практического занятия на тему «Личность в современном обществе (дискуссия)». Тренинг знакомства.

1. Социальные типы личности. «Иметь или быть?» Э. Фромм.
2. Почему личность отчуждена от общества? (К. Маркс, Э. Фромм, Ж. Бодрийяр)
3. В каком обществе личность может быть счастливой? (Э. Фромм)
4. 20 марта – Всемирный день счастья. Как измерить счастье? В каких странах люди счастливы? Привести глобальную статистику.
5. Что собой представляет современное российское общество? Социальная структура российского общества. Привести данные госстата населения России в динамике за последние 30-50 лет: все население, по возрасту, полу, квалификации, уровню дохода.
6. «Русский крест»: демографические проблемы.
7. Проанализируйте историю России за последние 100 лет: какие социальные процессы пришлось пережить нашей стране?
8. Какова цель развития любого общества?
9. Каким было советское общество?
10. Какое будущее возможно у России?
11. Каковы социальные последствия информатизации общества? (привести статистику процессов информатизации и компьютеризации России и других стран мира за последние 20 лет).
12. Приведите статистику: процессы урбанизации России и в других странах мира за последние 100 лет.
13. Уровень доверия населения к власти в динамике за последние 20 лет. Привести данные ВЦИОМ (ФОМ)
14. Возможен ли в нашей стране рациональный капитализм?  
Возможна ли социальная рыночная экономика?
15. Может ли бизнес быть честным?
16. Общество потребления. Ж. Бодрийяр.
17. Обсуждение новых социальных практик:
18. «Наращивание игризации общества (игры в Интернете для разных возрастных групп)»
19. «Справедливая оплата труда».
20. Экологические практики «Довольствоваться малым».

21. Экопоселения.
22. Электронный коттедж.
23. Телесные практики.

К Разделу 2 Пример тем докладов для практического занятия на тему «Тайм-менеджмент в системе самоорганизации личности. Методы и техники управления временем».

1. Основная концепция Тайм менеджмента.
2. Цель и ее критерии и характеристики.
3. Иерархия ценностей в тайм менеджменте.
4. Принцип Парето.
5. Понятие «иерархии целей».
6. Принцип SMART.
7. Поглотители времени.
8. Принятие решений. Определение приоритетности дел.
9. Хронометраж. Хронограмма рабочего дня и недели. Как его провести и анализировать его итоги.
10. Правила эффективного делегирования ответственности и полномочий.
11. Определение срочных и важных дел. Матрица Эйзенхауэра.
12. Влияние индивидуальных установок на эффективное использование времени.
13. Механизм самодисциплины. Инструменты самомотивации.
14. Тайм менеджмент в организации. Управление временем в деятельности руководителей.
15. Основные принципы управления временем.
16. Закон Норкотта Паркинсона.
17. Основные этапы управления временем.
18. Технические средства для эффективного управления временем.
19. Компьютер – универсальное средство управления временем.
20. Электронные средства планирования времени.
21. Использование телефона для управления временем.
22. Электронная почта – средство управления временем.

### **8.1.2. Примерная тематика проекта «Моя профессия в современном российском обществе, и Я»**

Проект по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Проект реализуется в три этапа, максимальное количество баллов - 20.

Этап 1 – Актуальность профессии для современного общества:

Примерные темы:

1. Химия как наука и призвание. Социальное значение науки химии. Мотивация выбора профессии химика. Как Вы пришли в науку химия?
2. Какие положительные и негативные условия и факторы существуют в процессе обучения?
3. Какова тема Ваших научных интересов? Какую пользу обществу и человечеству могут принести Ваши научные открытия?
4. Социальная ответственность инженера химика-технолога,
5. Профессия исследователя химика-технолога в современном обществе
6. Профессия химика и сетевое общество.
7. Профессия химика в истории развития общества.
8. Новейшие открытия в химии и моя профессия.
9. Влияние развития химии на социальное развитие общества
10. Социальная экология и новейшие открытия химии

11. Химическое образование и общество знания.
12. Химическое образование и общество потребления.
13. Социальные проблемы химизации экономики и устойчивого развития.

Студенты выбирают тему, разрабатывают ее. Готовят сообщение с презентацией и переходят к следующему этапу.

Этап 2 – самодиагностика (определение профессиональной направленности, личностно профессионально важных качеств), составление профессиограммы, презентация результатов в проекте «Моя профессия», построение дерева целей.

Студенты самостоятельно формируют методический блок в зависимости от целей и задач практической работы на основе учебного пособия (Ефимова Н. С. *Инженерная психология и профессиональная безопасность*. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019.)

Перечень направлений и диагностические средства для самодиагностики:

1. Определение профессиональной направленности
  - Определение типа личности (методика Дж. Холланда)
  - Дифференциально-диагностический опросник (ДДО)
  - Определение сферы профессиональных предпочтений
2. Определение личностно профессионально важных качеств
  - Определение восприятия времени
  - Определение восприятия пространства
  - Определение тактильного и зрительного восприятия
  - Изучение устойчивости, переключаемости и объема внимания
  - Изучение индивидуальных особенностей памяти
  - Личностный опросник – ЕРО, Г. Ю. Айзенк
  - Тест Кеттела «16 pf – опросник»
  - Методика диагностики межличностных отношений (Т. Лири)
  - Определение поведенческих стратегий в стрессовых ситуациях
  - Определение уровня склонности к риску (Опросник Т. Элерса)

Студенты проходят тесты на практическом занятии и обрабатывают результаты с помощью ключа или можно использовать онлайн вариант, тогда обработка и интерпретация происходит автоматически. По результатам тестирования студенты заполняют таблицу 1, 2.

Написать самоанализ по результатам проведенной работы

Таблица 1.

Сильные стороны	Ресурсы	Слабые стороны	Риски

Таблица 2.

Я – сейчас	Я хочу в себе изменить	Что буду делать

Этап 3 - составление профессиограммы своей будущей профессии и построение «дерева целей» на основе систематизации материала двух предшествующих этапов.

Материал всех этапов обобщается и представляется на практическом занятии в виде доклада с презентацией.

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов, по 10 баллов за каждую работу-

### Раздел 1. Пример контрольной работы №1.

Контрольная работа №1 проходит в виде обсуждения «Настольная книга по саморазвитию». Задание к контрольному выступлению дается на первом занятии. Студенту

необходимо прочитать одну из предложенных книг или выбрать любую свою книгу по саморазвитию, сделать презентацию книги, включающую информацию об авторе, краткое содержание книги, анализ идеи и что в этой книге стало полезным для построения своего понимания о саморазвитии. Анализируется фрагмент книги, наиболее интересный для студента. Максимальная оценка за работу 10 баллов.

Список предлагаемой для обсуждения литературы:

1. Алис Миллер. Драма одаренного ребенка и поиск собственного Я. Издательство: Академический проект, 2019. 140 с.
2. Анна Фрейд. Психология Я и защитные механизмы. Издательство: Питер, 2018. 160 с.
3. Александр Рей. Предназначение. Книга-тренинг. Издательство: Эксмо, 2017. 224 с.
4. Бен-Шахар Тал. Что ты выберешь? Решения, от которых зависит твоя жизнь. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 256 с.
5. Бердяев Н. А. Самопознание. Издательство: Азбука, 2016. 416 с.
6. Брайан Моран, Майкл Леннингтон. 12 недель в году. Как за 12 недель сделать больше, чем другие успевают за 12 месяцев. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 398 с.
7. Брайан Трейси. Тайм-менеджмент по Брайану Трейси. Как заставить время работать на вас. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 302 с.
8. Брюс Худ. Иллюзия "Я", или Игры, в которые играет с нами мозг. Издательство: Эксмо, 2015. 382 с.
9. Веденева Варвара. 75 questions. Вопросы для самопознания. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 160 с.
10. Глеб Архангельский. Тайм-драйв. Как успевать жить и работать. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 272 с.
11. Глеб Архангельский и др. Тайм-менеджмент. Полный курс. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 312 с.
12. Джессами Хиббард, Джо Асмар. Эта книга сделает вас уверенным. Издательство: Эксмо, 2016. 192 с.
13. Джим Лоэр. Стратегия счастья. Как определить цель в жизни и стать лучше на пути к ней. Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 255 с.
14. Джон Вон Эйкен. Возможно все! Дерзни в это поверить... Действуй, чтобы это доказать! Издательство: Альпина Диджитал, 2011. 367 с.
15. Дэниел Пинк. Драйв. Что на самом деле нас мотивирует. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 280 с.
16. Дэн Кеннеди. Жесткий тайм-менеджмент. Возьмите свою жизнь под контроль. Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 176 с.
17. Кон И.С. В поисках себя: Личность и ее самосознание. Издательство: Издательство политической литературы, 1984, 336 с.
18. Козырев Г.И. Конфликтология: Учебник. М.: ИД – «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. 304 с.
19. Кови Стивен. Семь навыков высокоэффективных людей. Мощные инструменты развития личности. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 396 с.
20. Кэнфилд Джек и др. Цельная жизнь. Ключевые навыки для достижения ваших целей. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2011. 264 с.
21. Луиза Хей. Стань счастливым за 21 день. Самый полный курс любви к себе. Издательство: Эксмо, 2019. 240 с.
22. Люси Паладино. Максимальная концентрация. Как сохранить эффективность в эпоху клипового мышления. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2015. 336 с.

23. Мария Хайнц. Позитивный тайм-менеджмент. Как успевать быть счастливым. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 128 с.
24. Нетеберг Штаффан. Тайм-менеджмент по помидору. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 246 с.
25. Пьер Франк. Как стать уверенным в себе. Всего 6 минут в день. Книга-тренинг. Издательство: Эксмо, 2019. 224 с.
26. Рапсон Джеймс, Инглиш Крейг. Похвалите меня. Как перестать зависеть от чужого мнения и обрести уверенность в себе. Издательство: Альпина Диджитал, 2014. 240 с.
27. Рафаэль Сантандреу. Как не превратить свою жизнь в кошмар. Издательство: Эксмо-Пресс, 2016. 336 с.
28. Самосознание и защитные механизмы личности. Хрестоматия по психологии самосознания. Под ред. Райгородского Д. Я. Издательство: Бахрах-М, 2016. 656 с.
29. Самыгин С.Д., Дюжиков С.А., Руденко А.М. Управление человеческими ресурсами: Учебное пособие / А.М. Руденко / М.: Феникс, 2015.
30. Сидорова Н.А. Тайм-менеджмент. Создание оптимального расписания дня и эффективная организация рабочего процесса / Н. А. Сидорова, Е. Б. Анисинкова. - М.: Дашков и К\*, 2012. - 220 с.
31. Светлана Иванова. Мотивация на 100%. А где же у него кнопка? Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 286.
32. Сюзан Форуард «Эмоциональный шантаж». 2006.
33. Томас Метцингер. Тоннель Эго. Наука о мозге и миф о своем Я. Издательство: АСТ, 2017. 480 с.
34. Чемпион Тойч. Духовность и самосознание личности. Издательство: Когито-Центр, 2017 г. 176 с.
35. Энн Линдберг. Подарок моря. Как вернуться к себе и жить просто. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 192 с.
36. Эрик Ларсен. На пределе. Неделя без жалости к себе. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2018. 208 с.
37. Пьер Франк. Как стать уверенным в себе. Всего 6 минут в день. Книга-тренинг. Издательство: Эксмо, 2019. 224 с.
38. Эдвард де Боно. Красота ума. 2004
39. Джим Лоэр. Стратегия счастья. Как определить цель в жизни и стать лучше на пути к ней. Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 255 с.

**Раздел 2. Пример контрольной работы №2.** Контрольная работа проводится в форме теста, тест содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за каждый правильный ответ на вопрос. Максимальная оценка за тест 10 баллов

1. Какой фактор в наибольшей степени влияет на развитие личности
  - а) наследственность,
  - б) социальная среда,
  - в) деятельность человека (игровая, учебная, трудовая).
2. «Я-концепция» - это
  - а) то что человек представляет о себе,
  - б) то, что о нем думают другие,
  - в) нечто среднее.
3. «Я-концепция» - это результат
  - а) самопознания,
  - б) воспитания,
  - в) направленности личности.

4. «Забывание» или «удаление» с сознательного уровня мыслей и чувств, которые выступают как источник тревоги и психологического дискомфорта - это
- сублимация,
  - вытеснение,
  - замещение.
5. Человек переносит свои мысли и чувства на окружающих людей, стремясь подобным образом снять с себя ответственность за собственные неприятности и неудачи - это
- сублимация,
  - проекция,
  - замещение.
6. Вымещении отрицательных чувств на более слабого человека, домашних животных или окружающих предметах - это
- сублимация,
  - вытеснение,
  - замещение.
7. Искажение человеком окружающей реальности с целью сохранения высокого уровня самооценки и самоуважения - это
- сублимация,
  - рационализация,
  - реактивное образование.
8. Возврат к детским моделям поведения – это
- регрессия,
  - рационализация,
  - реактивное образование.
9. Изменение своих импульсов и взглядов для того, чтобы они стали приемлемыми для данного социального окружения - это
- сублимация,
  - рационализация,
  - реактивное образование.
10. Способность человека неоднократно обращаться к началу своих действий, мыслей, умение стать в позицию стороннего наблюдателя, размышлять над своим поведением, поступками, мыслями - это
- самодиагностика;
  - рефлексия,
  - самонаблюдение.
11. Положение индивида или группы в социальной системе – это
- социальный статус,
  - социальная роль,
  - имидж.
12. Способность человека упорядочивать свою деятельность для достижения целей – это
- самоэффективность,
  - целеполагание,
  - самоорганизация.
13. Учёт, распределение и оперативное планирование собственных ресурсов времени - это
- тайм-менеджмент,
  - социальная рефлексия,

- в) направленности личности.
14. Кто из психологов определил семь основных сфер жизненных интересов, представив их схематично
- К. Роджерс,
  - Д. Карнеги,
  - А. Маслоу.
15. Внутренняя движущая сила, которая понуждает человека к деятельности – это
- мотив;
  - личная цель,
  - ресурс.
16. Отвлечение от причины эмоционального напряжения, переключение - это
- релаксация,
  - психокоррекция,
  - рефлексия.
17. Самоанализ человеком своего внутреннего состояния и его причин – это
- релаксация,
  - самокоррекция,
  - рефлексия.
18. Самостоятельное регулирование человеком своего отношения к объекту, вызывающему эмоции - это
- релаксация,
  - самокоррекция,
  - рефлексия.
19. Активное достижение человеком успехов в профессиональной деятельности – это
- профессиональный рост
  - профессиональная мобильность
  - профессиональная карьера
20. Процесс накопления опыта практической деятельности – это
- профессиональное творчество
  - профессиональная компетентность
  - профессиональная карьера
  - название фирмы
  - календарный период пребывания в должности.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

- Ефимова, Н. С. Социальная психология [Текст] : учебник для бакалавров / Н. С. Ефимова, А. В. Литвинова. - М. : Юрайт, 2019. - 442 с.
- Ефимова Н.С., Плаксина Н.В., Мосорюк П.М. Социально-психологические основы самоорганизации и управления [Текст] : учебное пособие / Ефимова Н.С., Плаксина Н.В., Мосорюк П.М. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. - 122 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Ефимова Н.С., Литвинова А.В. Социальная психология: М.: Издательство Юрайт, 2016. – 442 с.
2. Самыгин С.Д., Дюжиков С.А., Руденко А.М. Управление человеческими ресурсами: Учебное пособие / А.М. Руденко / М.: Феникс, 2015
3. Ильин, Г. Л. Социология и психология управления: учеб. пособие для студ. высших учебных заведений / Г. Л. Ильин. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 192 с.
4. Самыгин С.И. Социология и психология управления: учебное пособие/ С.И. Самыгин, Г.И. Колесникова, С.Н. Епифанцев. – М.: КНОРУС, 2016. – 256 с.
5. Сидорова Н.А. Тайм-менеджмент. Создание оптимального расписания дня и эффективная организация рабочего процесса / Н. А. Сидорова, Е. Б. Анисинкова. - М.: Дашков и К\*, 2016. - 220 с.
6. Тайм-менеджмент: учебное пособие для студентов вузов / Г. А. Архангельский, М. А. Лукашенко, Т. В. Телегина, С. В. Бехтерев; под ред. Г. А. Архангельского. - М.: Моск. фин.-промышленная ак-я, 2016. - 304 с. - (Университетская серия).

### **9.2. Рекомендуемые источники научной информации**

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Социальная психология и общество» ISSN 2221-1527  
[<https://psyjournals.ru/journals/sps/rubrics>]
- Журнал «Психологическая наука и образование» ISSN 1814-2052  
[<https://psyjournals.ru/journals/pse>]
- Журнал «Культурно-историческая психология» ISSN 1816-5435  
[<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=11986>]

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 20);

## **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 01.01.2022 г. составляет 1 719 785 экз. изданий.

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 «Социология и психология профессиональной деятельности» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 1.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

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

### 1.2. Учебно-наглядные пособия:

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

### 1.3. 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.

### 1.4. 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.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе:	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>		перехода на обновлённую версию продукта)	
---	--	--	--

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Знает методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и формулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.</li> <li>– Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.</li> <li>– Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие</li> <li>– улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контрольная работа №1 -10 баллов;</li> <li>• доклад по разделу 1 – 10 баллов;</li> </ul>

	...	
<b>Раздел 2</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Знает методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства.</li> <li>– Знает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и формулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.</li> <li>– Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.</li> <li>– Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеет умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.</li> <li>– Владеет методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контрольная работа №2 - 10 баллов;</li> <li>• доклад по разделу 2 – 10 баллов</li> <li>• проект - 20 баллов.</li> </ul>

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛ 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 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Социология и психология профессиональной деятельности»**  
19.04.01 Биотехнология  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Магистерская программа

Промышленная биотехнология и биоинженерия  
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № 1 от «___»_____Г.
2.		протокол заседания Ученого совета № 2 от «___»_____Г.
3.		протокол заседания Ученого совета № 3 от «___»_____Г.

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Структура и функции пептидов и белков»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.б.н., доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 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 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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – создание технологий получения новых видов продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции,	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.	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
			ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации	

анализе сырья и продуктов.	технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – реализация и эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и	получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	экспериментальных и промышленных установок.	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
			ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	

	<p>международных нормативных актов;  – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;  – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.  Объекты профессиональной деятельности:  – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;  – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов,</p>	<p>ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.</p>	<p>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.  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», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015</p>
--	---	--	---	--

	<p>клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</p> <p>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и</p>		<p>ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.</p>	<p>№1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	--	--	---	---

	антропогенного воздействия.		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.	А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.
--	-----------------------------	--	--	---

<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>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, геной инженерии и нанобиотехнологий.  Объекты профессиональной деятельности:  – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;  – приборы и оборудование для исследования свойств используемых</p>	<p>ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p>	<p>ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.</p>	<p>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 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.</p>
---	--	--	---	---

	<p>микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>			<p>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 «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.</p>
--	--	--	--	---

				<p>A/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий.</p> <p>A/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.</p>
--	--	--	--	---

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,06</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,06	2	1,5
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

## 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 зани- я	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаборат орные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
Введение	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>Раздел 1. Аминокислоты. Пептиды. Белки.</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
1.1. Аминокислоты.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
1.2. Пептиды.	4	0	2	0	2	0	0	0	0
1.3. Белки.	4,5		2	0	2	0	0	0	0,5
<b>Раздел 2. Сложные белки. Химическая модификация белков. Биологическая роль белков и пептидов.</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
2.1. Сложные белки.	6	0	3	0	3	0	0	0	0
2.2. Химическая модификация белков.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
2.3. Посттрансляционная модификация белков.	6,5	0	3	0	3	0	0	0	0,5
<b>Раздел 3. Биологическая роль белков и пептидов.</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>ИТОГО:</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
Экзамен	36								
<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>								

## 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	
	<b>Знать:</b>				
1	классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул.	+	+	+	
	<b>Уметь:</b>				
2	осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков.	+	+	+	
	<b>Владеть:</b>				
3	методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.	+	+	+	
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
4	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	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.	+	+	+
		ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	+	+	+

		ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	+	+	+
5	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.	+	+	+
		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.	+	+	+
6	ПК-5 – способен использовать инструментарий, профессиональную технику, оборудование, необходимые для физико-химических, биохимических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	ПК-5.2. Владеет базовыми и инновационными методами и техникой определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических, биохимических и генетических характеристик.	+	+	+

## 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.	2
2	1	Пептиды.	2
3	1	Белки.	2
4	2	Сложные белки.	3
5	2	Химическая модификация белков.	2
6	2	Посттрансляционная модификация белков.	3
7	3	Разнообразие белков. Биологическая роль белков и пептидов.	3

### 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 40 баллов), доклада с презентацией (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 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.

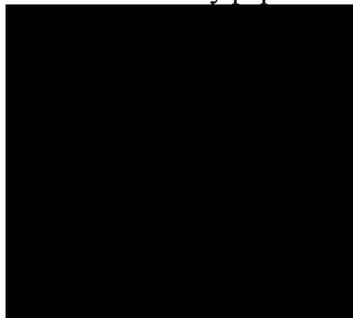
## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено две контрольные работы (по одной контрольной работе по разделам 1-2). Максимальная оценка за контрольные работы 40 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 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.

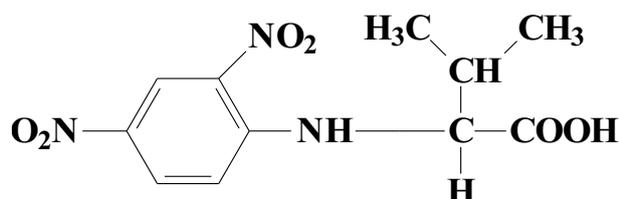
3. Пептиды. Природа пептидной связи. Биосинтез пептидов. Биологическая роль пептидов. Пептидные гормоны и релизинг-факторы.

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  $\alpha$ -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?

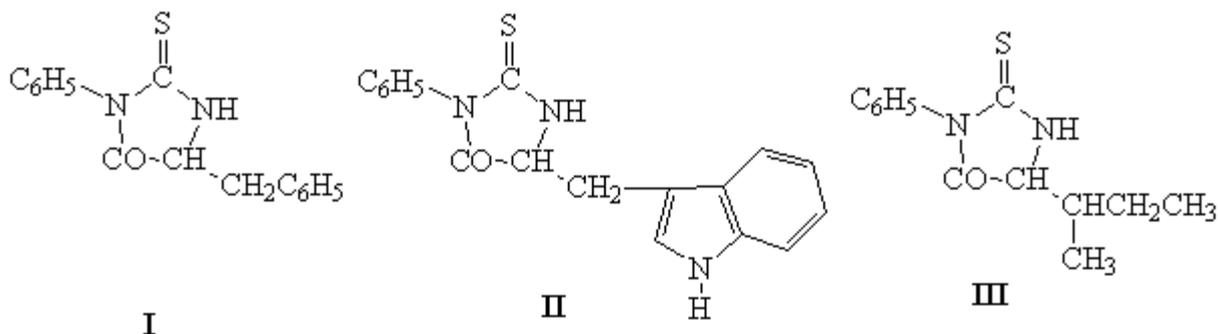
3. Пептиды как лекарственные средства.

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:



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,  $\gamma$ -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 5 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  $\alpha$ -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 Glu ( $\gamma$ -карбоксилглутаминовая кислота).

4. Двигательные белки. Актомиозиновый комплекс. Белки бактериальной системы подвижности.

#### Вариант 4.

1. Химическая модификация  $\alpha$ - и  $\epsilon$ -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

### **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 – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Основные этапы развития знаний о структуре и функциях пептидов и белков.
2. Аминокислоты. Номенклатура. Строение. Генетически кодируемые аминокислоты. Оптическая изомерия аминокислот.
3. Кислотно-основные свойства аминокислот. Химические свойства карбоксильной и аминогруппы.
4. Методы синтеза аминокислот.
5. Пептиды. Природа пептидной связи. Биосинтез пептидов. Биологическая роль пептидов. Пептидные гормоны и релизинг-факторы.
6. Нейропептиды.
7. Энкефалины и эндорфины.
8. Окситоцин и вазопрессин.
9. Гормоны ЖКТ, щитовидной железы, тимуса, тканевые гормоны.
10. Иммуноактивные пептиды.
11. Пептидные токсины и антибиотики.
12. Пептиды как лекарственные средства.
13. Химический синтез пептидов. Задачи синтеза. Методы защиты функциональных групп. Создание пептидной связи: методы смешанных ангидридов, активированных эфиров, карбамидый и карбоксиангидридный методы конденсации.
14. Проблема рацемизации аминокислот при химических синтезах.
15. Представление о блочном и ступенчатом синтезе пептидов.
16. Твердофазный синтез пептидов.
17. Синтез циклических пептидов.
18. Биологическая роль белков.
19. Ферменты.
20. Белки-гормоны.
21. Инсулин, гормон роста.
22. Механизм действия белковых гормонов.
23. Аденилатциклазная система.
24. Защитные белки. Иммуноглобулины.
25. Система комплемента. Медиаторы иммунного ответа. Белки системы гомеостаза.
26. Двигательные белки. Актинмиозиновый комплекс. Белки бактериальной системы подвижности.
27. Структурные белки, коллаген, кератин, фибрин.
28. Цитоскелетные белки.
29. Зрительный родопсин, ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран.
30. Регуляторные белки.
31. Транспортные белки. АТФ-азы.
32. Транспортные белки. Цитохром с, гемоглобин, сывороточный альбумин.
33. Белки токсины микробного и растительного происхождения.
34. Зоотоксины.
35. Белково-пептидные антибиотики.
36. Дефенсины.
37. Запасные белки. Казеин, овальбумин, ферритин.
38. Первичная структура белков, общая стратегия определения аминокислотной последовательности. Анализ аминокислотного состава. Определение N- и C-концевых аминокислотных остатков.
39. Фрагментация полипептидной цепи. Ферментативные методы гидролиза.

40. Ограниченный протеолиз.
41. Химические методы расщепления пептидной связи по остаткам метионина, триптофана и цистеина, а также по связям Asn-Gly, Asp-Pro.
42. Последовательная деградация белков по методу Эдмана с идентификацией фенилтиогидантоинов и дансиламинокислот.
43. Автоматическое секвенирование белков.
44. Пространственная структура белков. Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структурах.
45. Электронное строение и конфигурация пептидной связи. Карты Рамачандана.
46. Типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру пептидов.
47. Связь пространственной структуры с аминокислотной последовательностью. Роль молекулярных шаперонов.
48. Вторичная структура пептидов и белков. Типы регуляторных структур полипептидной цепи.
49. Сверхвторичная структура белков. Понятие о доменах.
50. Третичная структура белков. Использование рентгеноструктурного анализа и ЯМР-спектроскопии для изучения пространственного строения белков. Денатурация и ренатурация.
51. Четвертичная структура белков. Примеры субъединичных структур. Методы исследования четвертичной структуры.
52. Химическая модификация белков. Задачи. Специфическая модификация аминок- и карбоксильных групп в белках.
53. Модификация остатков гистидина, метионина, тирозина, триптофана и цистеина. Бифункциональные реагенты.
54. Введение флуоресцентных, спиновых и фотаффинных меток.
55. Методы идентификации модифицированных аминокислотных остатков.
56. Биоспецифическая модификация белков.
57. Посттрансляционная модификация белков.
58. Неферментативная посттрансляционная модификация.
59. Ферментативная посттрансляционная модификация с расщеплением полипептидной цепи. Ковалентная посттрансляционная модификация.
60. Метилирование, карбоксилирование, введение дополнительной карбоксильной группы, фосфорилирование, гликозилирование, АДФ-рибозилирование, пренилирование, сульфатирование и убиквитинирование белков.
61. Время жизни белков в клетке. Гипотеза Варшавского.
62. Сортировка белков в эукариотической клетке. Два пути импорта белков. Белки-предшественники (про- и препро-белки) и зрелые белки. Роль сигнальных пептидов при сортировке белков.
63. Импорт белков в клеточные структуры: ядро, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, пероксисомы, хлоропласты. Роль шаперонов и шаперонинов.

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.

#### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3-ий семестр).**

Экзамен по дисциплине «*Структура и функции пептидов и белков*» проводится в 3-м 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.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология «Промышленная биотехнология и биоинженерия» Дисциплина «Структура и функции пептидов и белков»</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Кислотно-основные свойства аминокислот. Химические свойства карбоксильной и аминогруппы.	
2. Ферментативная пострансляционная модификация с расщеплением полипептидной цепи. Ковалентная пострансляционная модификация.	
3. Импорт белков в клеточные структуры: ядро, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, пероксисомы, хлоропласты. Роль шаперонов и шаперонинов.	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

## 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	Оценка за контрольную работу №1 (3-ий семестр)

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул.</p> <p><i>умеет:</i> осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков.</p> <p><i>владеет:</i> методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.</p>	<p>Оценка за экзамен (3-ий семестр)</p>
<p>Раздел 2. Сложные белки. Химическая модификация белков. Биологическая роль белков и пептидов.</p>	<p><i>знает:</i> классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул.</p> <p><i>умеет:</i> осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков.</p> <p><i>владеет:</i> методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (3-ий семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3-ий семестр)</p>
<p>Раздел 3. Биологическая роль белков и пептидов.</p>	<p><i>знает:</i> классификацию белков; строение и функции белков различных классов; биохимические принципы образования первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белковых молекул.</p> <p><i>умеет:</i> осуществлять аминокислотный анализ белков; осуществлять химическую модификацию белков.</p> <p><i>владеет:</i> методом твердофазного синтеза пептидов; методами защиты функциональных групп белковых молекул; современными методами изучения структуры и функции белков и пептидов.</p>	<p>Оценка за презентацию (3-ий семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3-ий семестр)</p>

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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 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**  
**«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.

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология белка и биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.х.н. доцентом кафедры биотехнологии М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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:**

### 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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
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	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	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических	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.	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
			ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	

<p>производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>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</p>	<p>процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.</p>	<p>ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.</p>	<p>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</p>
		<p>ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.</p>	

	<p>качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и</p>		<p>ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.</p>	<p>биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>В. Управление действующими технологическими процессами и производством.</p> <p>В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области</p>
			<p>ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.</p>	

	<p>промышленных условиях;  – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;  – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;  – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;  – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>	<p>ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.</p>	<p>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/03.6 – Производство биотехнических систем.  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</i>  «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.  Обобщенная трудовая функция:  А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве</p>
		<p>ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.</p>	

				лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.
--	--	--	--	---

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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,17</b>	<b>42</b>	<b>31,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,17	42	31,5
<b>Вид контроля:</b>			

<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	<i>1,0</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>
Подготовка к экзамену.		<i>35,6</i>	<i>26,7</i>
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

## 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
	<b>Введение.</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Микробиологическое производство высокоочищенных препаратов биологически активных веществ медицинского и пищевого назначения</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
1.1	Микробиологический синтез и технологические схемы получения аминокислот.	15	0	3	0	7	0	0	0	5
1.2	Технологические схемы получения антибиотиков медицинского назначения.	15	0	3	0	7	0	0	0	5
1.3	Микробиологическое производство витаминов для медицинских целей.	17	0	4	0	8	0	0	0	5
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Организация современного микробиологического производства препаратов немедицинского назначения.</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
2.1	Технологические схемы получения антибиотиков немедицинского назначения.	16	0	4	0	8	0	0	0	4
2.2	Производство витаминов кормового назначения.	15	0	4	0	7	0	0	0	4

2.3	Организация современного микробиологического производства органических кислот: молочной, итаконовой, пропионовой, лимонной, уксусной.	15	0	4	0	7	0	0	0	4
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Получение экзометаболитов методами биосинтеза и биотрансформации.</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>
3.1	Классификация микробиологических трансформаций. Технологические схемы трансформации стероидов.	22	0	5	0	11	0	0	0	6
3.2	Технологические схемы трансформации гетероциклических соединений, гиббереллинов и других соединений. Организация современного микробиологического производства на основе живых клеток и спор.	23	0	5	0	11	0	0	0	7
	<b>ИТОГО:</b>	144	0	34	0	68	0	0	0	42
	<b>Экзамен</b>	<b>36</b>								
	<b>ИТОГО:</b>	<b>180</b>								

## 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 В<sub>12</sub>. Микробиологический синтез и переработка культуральной жидкости в производстве витамина В<sub>12</sub> для медицинских целей. Получение посевного материала и основная ферментация. Стадии выделения и очистки витамина В<sub>12</sub>. Резорциновая очистка концентрата витамина В<sub>12</sub>. Переработка стоков в производстве витамина В<sub>12</sub>.

▪ **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: В<sub>12</sub>, В<sub>2</sub>, терравита К, витаминов D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub>. Микробиологический синтез и переработка культуральной жидкости в производстве витамина В<sub>12</sub> – 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 ТРЕБОВАНИЙМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b><i>Знать:</i></b>			
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.	+	+	+
	<b><i>Уметь:</i></b>			
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.	+	+	+

<b>Владеть:</b>					
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;		+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
9	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	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.	+	+	+
		ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	+	+	+

		ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	+	+	+
10	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+
		ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.	+	+	+
		ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.	+	+	+
		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.			
--	--	--	--	--	--

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	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 <sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> 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 ауреомицин (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 D<sub>2</sub>.
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 гигроветина.

*Вариант № 4.*

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

*Вариант № 5.*

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

*Вариант № 6.*

1. Технология получения антибиотиков немедицинского назначения: производство препаратов фитобактериомицина и полимицина.
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 В<sub>12</sub> для кормовых целей.

*Вариант № 9.*

1. Переработка культуральной жидкости в производстве витамина В<sub>12</sub> – цианкобаламина.
2. Технология получения витамина В<sub>2</sub> 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 В<sub>12</sub> – 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 гигромицина 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 D<sub>2</sub>.

*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 В<sub>12</sub> для кормовых целей.
2. Переработка культуральной жидкости в производстве витамина В<sub>12</sub> – цианкобаламина.

*Вариант № 25.*

1. Технология получения витамина В<sub>2</sub> 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 В<sub>12</sub> – 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 процесс, 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 ( $\beta$ -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 В<sub>2</sub>.
16. Микробиологический синтез аминокислот: производство высокоочищенного препарата L-лейцина для медицинских целей.
17. Промышленные трансформации стероидов: получение преднизолона.
18. Микробиологический синтез витаминов: производство витамина В<sub>12</sub> 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 В<sub>12</sub> (цианкобаламина) для медицинских целей.
37. Микробиологический синтез аминокислот: производство кристаллического препарата L-валина медицинского назначения. Сопутствующее производство кормамина-В.
38. Технология получения сорбозы микробиологической трансформацией сорбита.
39. Микробиологический синтез витамина В<sub>2</sub>.
40. Микробиологический синтез органических кислот: производство итаконовой кислоты.
41. Технология получения витамина В<sub>12</sub> 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:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____</p> <p>_____ В.И. Панфилов «__» _____ 20__ г</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>
	<p><b>19.04.01 Биотехнология</b> <b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b></p>

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 B<sub>12</sub> 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](http://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](http://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 составляет 1716243 экз. на 01.01.2021.

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	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	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт №	2	бессрочная

права на программу для ЭВМ) OriginPro Department License	8.5 Wide	Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10		
---	-------------	---	--	--

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Введение.</b></p> <p><b>Раздел 1.</b> <b>Микробиологическое производство высоко-очищенных препаратов биологически активных веществ медицинского и пищевого назначения</b></p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– принципиальную схему биотехнологического производства;</li> <li>– экономические критерии оптимизации производства;</li> <li>– особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;</li> <li>– основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;</li> <li>– биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;</li> <li>– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;</li> <li>– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;</li> <li>– выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;</li> <li>– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;</li> </ul>	<p>Оценка за работу на практических занятиях.</p> <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления протоколов стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</li> <li>– навыками составления протоколов технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2.</b> <b>Организация современного микро-биологического производства препаратов немедицинского назначения.</b></p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>– принципиальную схему биотехнологического производства;</li> <li>– особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;</li> <li>– основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;</li> <li>– биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;</li> <li>– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;</li> <li>– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;</li> <li>– выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;</li> <li>– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;</li> <li>– навыками составления протоколов стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</li> </ul>	<p>Оценка за работу на практических занятиях.</p> <p>Оценка за контрольную работу №2 (2-ой семестр)</p> <p>Оценка за доклад с презентацией</p> <p>Оценка за экзамен</p>
<p><b>Раздел 3.</b> <b>Получение экзо-метаболитов методами</b></p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> </ul>	<p>Оценка за работу на практических занятиях.</p>

<b>биосинтеза и биотрансформации</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципиальную схему биотехнологического производства;</li> <li>– экономические критерии оптимизации производства;</li> <li>– биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять параметры сырья и продукции при их сертификации;</li> <li>– осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 Оценка за реферат Оценка за экзамен</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;</li> <li>– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления технологических схем очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;</li> <li>– навыками составления протоколов проведения стандартных испытаний по определению показателей</li> </ul>	

### 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  
«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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология ферментных препаратов»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_\_

## 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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
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	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-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических	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.	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
			ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	

производственном 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	процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	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</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
		ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	

	<p>проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их</p>		<p>ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.</p>	<p>биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>В. Управление действующими технологическими процессами и производством.</p> <p>В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области</i></p>
			<p>ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.</p>	

	<p>помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</p> <p>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>		<p>ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.</p>	<p>биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном</p>
			<p>ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.</p>	

				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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,36</b>	<b>85</b>	<b>63,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,64</b>	<b>23</b>	<b>17,25</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,64	23	17,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

#### 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.	Практические занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабораторные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоятельная работа
	Введение.	5	0	2	0	2	0	0	0	1
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Организация современного микробиологического производства ферментных препаратов.</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
2	1.1. Организация современного микробиологического производства ферментных препаратов.	18	0	6	0	8	0	0	0	4
3	1.2. Иммуобилизованные ферменты.	15	0	4	0	8	0	0	0	3
<b>4</b>	<b>Раздел 2. Ферментные препараты на основе растительного и животного сырья.</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
5	2.1. Получение протеолитических ферментов из животного сырья.	16	0	4	0	8	0	0	0	4
6	2.2. Микробиологическое производство амилолитических, протеолитических ферментов и препаратов на их основе.	22	0	9	0	9	0	0	0	4
<b>7</b>	<b>Раздел 3. Микробиологическое производство ферментных препаратов различных классов</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>
	Экзамен	36								
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>								

## 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 <b><i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i></b>				
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
6	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	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.	+	+
		ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и	+	+

		промышленных установок.			
		ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	+	+	+
7	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+
		ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.	+	+	+
		ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.	+	+	+
		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.			
--	--	---	--	--	--

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Подготовительные стадии в производстве ферментных препаратов. Характеристика и области применения различных ферментов	8
2	1	Методы выделения ферментов из биомассы продуцента и культуральной жидкости.	8
3	2	Особенности выделения ферментов из растительных тканей.	5
4	2	Особенности выделения ферментов из животного сырья. Основные приемы.	6
5	2	Свойства и особенности получения амилаз.	6
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.	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:

- 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 контрольные 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*

1. 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,ренилаза, микрозим

2.. Расшифруйте запись

Амилосубтилин Г10Х, Целловиридин ГЗХ ,Лакказы,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,ренилаза, микрозим

3. Расшифруйте запись

Амилосубтилин ГХ;Целловиридин Г20Х;;Глюкаваморин;Амилоризин ПХ; МальтаваморинГ10Х

*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 ,пепсин,трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,,реннин,ренилаза, 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 ,пепсин, трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,,реннин,ренилаза, 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. Синтеазам ; В. Трансферазам;Г.Гидролазам;Д. Оксидоредуктазам;Е. Изомеразам;Ж. Транслоказам.

2. Триптофансинтаза, кокарбоксилаза ,пепсин,трипсин, коллагеназа, панкреатин, ронидаза, лидаза,,реннин,ренилаза, 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;  
МальтаваморинГ10Х

*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

Пектофоеидин;Глюкаваморин;Амилоризин ПХ;МальтаваморинГ10Х;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; МальтаваморинГ3Х;  
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. 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 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) фоетид 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 Амилоризин 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 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 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 глубокой ферментации продуцентов-ферментов: 1) споровый 2) поверхностная культура 3) вегетативный.
5. В производстве пива в России применяется отечественный препарат: Ксилотрикан Г10Х; 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 CO<sub>2</sub> 5) передавливание.
4. Области применения пектолитических ферментных препаратов.
5. В производстве пива в России применяются следующие отечественные препараты: Амилосубтилин 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: 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 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 операции 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 амилолитических 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 амилолитических 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 амилолитических 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: Ксилотриканофетидин 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 CO<sub>2</sub> 5) передавливание.
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; Ксилоглюканофоегетидин 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 целлюлозы. 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>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b>
	<b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b>
	<b>Дисциплина «Технология ферментных препаратов»</b>

## Билет № 1

1. Имобилизованные ферменты. Химические методы иммобилизации.
2. Технологические особенности получения препаратов с определенным составом ферментов. Производство амилолитических 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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Организация современного микробиологического производства ферментных препаратов. Иммуобилизованные ферменты. Ферментные препараты на основе	<i>Знает:</i> классификацию и номенклатуру ферментных препаратов; типовые технологические схемы производства ферментных препаратов. промышленные ферментные препараты, выделяемые из источников	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за экзамен

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
растительного и животного сырья	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 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 – 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  
«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»

---

«УТВЕРЖДАЮ»



И.о. проректора по учебной работе

С.Н. Филатов

» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Управление проектами»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена: кандидатом экономических наук, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга Н.Н. Гриневым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Менеджмента и маркетинга «12» апреля 2022 г., протокол № 8

Согласовано



Л.Ю. Калинина

## 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), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **менеджмента и маркетинга** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Управление проектами»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области управления программами и проектами.

**Цель дисциплины** – получение студентами практических навыков по запуску и управлению проектами. Данный курс координирует управление и реализацию проектов необходимого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

### **Задачи дисциплины**

- формирование общих подходов к управлению программами и проектами;
- ознакомление со Стандартами управления проектами; с тенденциями развития проектного менеджмента в России и за рубежом;
- формирование теоретических и методологических знаний по организационно-содержательным, технологическим основам разработки управления ими, оценке их результативности и качества.
- освоение первичных умений разработки и реализации проектов, направленных на развитие образовательной организации; организации работы и контроля деятельности команды проекта; оценке рисков проектов и управления ими.

Дисциплина **«Управление проектами»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### **Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-3.7; УК-3.8;  
УК-3.9

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает основные принципы и составляющие системного подхода, методологию анализа проблемных ситуаций; УК-1.2 Умеет выделить основные приоритеты, наиболее важные составляющие в решении поставленных задач; УК-1.3 Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации,

		<p>поставленной задачи;</p> <p>УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;</p> <p>УК-1.5 Владеет навыками анализа и синтеза, оценки достоинств и недостатков возможных путей решения проблем и задач, выбора рациональных решений в рамках профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.6 Владеет навыками критического оценивания и интерпретации различных разработок теории и практики, демонстрации критического понимания вопросов, связанных со знанием в области профессиональной деятельности и в смежных областях.</p>
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p>УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p> <p>УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе, с учетом их заменяемости.</p> <p>УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования.</p> <p>УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.</p> <p>УК-2.6 Владеет навыками внедрения разработок в практику, переноса полученных знаний в социальную и экономическую реальность.</p>
Командная работа и лидерство	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК-3.1 Знает и понимает базовые принципы и особенности работы организации, взаимоотношений при работе в профессиональных коллективах, возможные способы мотивации членов коллектива;</p> <p>УК-3.2 Знает и учитывает социально-психологические аспекты в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации;</p> <p>УК-3.3 Умеет планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;</p> <p>УК-3.4 Умеет эффективно работать</p>

		<p>индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении задач, соответствующих профилю подготовки;</p> <p>УК-3.5 Способен проявлять инициативу и принимать решения, брать на себя ответственность при принятии решений;</p> <p>УК-3.6 Умеет выработать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач;</p> <p>УК-3.7 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;</p> <p>УК-3.8 Владеет теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутри-личностных, групповых и межкультурных конфликтов, навыками установления доверительного контакта и диалога, характеризующихся конструктивным уровнем общения;</p> <p>УК-3.9 Владеет нормами профессиональной и корпоративной этики при ведении профессиональной деятельности.</p>
--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	0,94	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Введение в управление проектами.</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
1.1	Терминологический аппарат проектного управления	8	4	-	4
1.2	Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001)	8	4	-	4
1.3	Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта	8	4	-	4
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Области знаний управления проектами.</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
2.1	План управления требованиями. Создание иерархической структуры работ. Контроль содержания. Планирование управления расписанием.	8	4	-	4
2.2	Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков.	8	4	-	4
2.3	Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством	8	4	-	4
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Методология управления проектами</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
3.1	Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда	8	4	-	4
3.2	Управление заинтересованными сторонами проекта	8	4	-	4
3.3	Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.	8	2	-	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>38</b>

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Введение в управление проектами.**

Мировые стандарты управления проектами. Терминологический аппарат проектного управления. Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001).

Критерии успешности проекта. Программы и портфели управления проектами. Содержание стандарта ANSIPMBOK GUIDE. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний PMBOK.

Управление интеграцией проекта. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Руководство и управление исполнением проекта. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

### **Раздел 2. Области знаний управления проектами.**

Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. План управления требованиями. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение состава операций. Определение последовательности операций. Оценка ресурсов операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания. Контроль расписания. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Управление закупками проекта. Планирование закупок. Осуществление закупок. Контроль закупок. Закрытие закупок. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством. Планирование качества. Обеспечение качества. Контроль качества.

### **Раздел 3. Методология управления проектами**

Подходы к организации работы команды (hadí-цикл, scrum). Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Управление заинтересованными сторонами проекта. Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление вовлеченностью заинтересованных сторон проекта. Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	– основные понятия и методы управления проектами;	+		+
2	– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта;		+	
3	– принципы организации проектного управления;			+
	<b>Уметь:</b>		+	
4	– разрабатывать и оформлять проектную документацию;	+		
5	– применять методики оценки параметров управления в проектах;		+	
6	– разрабатывать стратегию управления проектами;			+
	<b>Владеть:</b>			
7	– методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;		+	
8	– методами анализа путей реализации проектов;		+	
9	– методами анализа рисков в проектном управлении;	+		+
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:</b>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		
10	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия.	УК-1.1 Знает основные принципы и составляющие системного подхода, методологию анализа проблемных ситуаций;		
		УК-1.2 Умеет выделить основные приоритеты, наиболее важные составляющие в решении поставленных задач;		
		УК-1.3 Умеет использовать доступные источники информации для анализа и выбора вариантов решения проблемной ситуации, поставленной задачи;		
		УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов и прогнозировать результат каждого из них;		

		УК-1.5 Владеет навыками анализа и синтеза, оценки достоинств и недостатков возможных путей решения проблем и задач, выбора рациональных решений в рамках профессиональной деятельности.			
		УК-1.6 Владеет навыками критического оценивания и интерпретации различных разработок теории и практики, демонстрации критического понимания вопросов, связанных со знанием в области профессиональной деятельности и в смежных областях.			
11	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления			
		УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.			
		УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе, с учетом их заменяемости.			
		УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования.			
		УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.			
		УК-2.6 Владеет навыками внедрения разработок в практику, переноса полученных знаний в социальную и экономическую реальность.			
		УК-3.1 Знает и понимает базовые принципы и особенности работы организации, взаимоотношений при работе в профессиональных коллективах, возможные способы мотивации членов коллектива;			
		УК-3.2 Знает и учитывает социально-психологические аспекты в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации;			

12	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.3 Умеет планировать и решать задачи личного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;			
		УК-3.4 Умеет эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении задач, соответствующих профилю подготовки;			
		УК-3.5 Способен проявлять инициативу и принимать решения, брать на себя ответственность при принятии решений;			
		УК-3.6 Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач;			
		УК-3.7 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;			
		УК-3.8 Владеет теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутри-личностных, групповых и межкультурных конфликтов, навыками установления доверительного контакта и диалога, характеризующихся конструктивным уровнем общения;			
		УК-3.9 Владеет нормами профессиональной и корпоративной этики при ведении профессиональной деятельности.			



## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом не предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий по дисциплине.

## **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 *зачет*.

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 реферативно-аналитические работы (максимальная оценка 10 баллов), работу на практических занятиях (максимальная оценка 10 баллов), промежуточную контрольную работу (45 баллов), зачет с оценкой, (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Особенности проектного управления производством.
2. Разработка стратегии управления производством.
3. Построение системы управления производством (проектный подход).
4. Организация планирования проектного производства.
5. Управление разработкой новых промышленных продуктов.
6. Формирование производственных стратегий.
7. Проблемные области управления производством в России и за рубежом.
8. Управление операциями в сфере услуг.
9. Производственные аспекты создания новых товаров (проектный подход).
10. Применение функционально-стоимостного анализа в управлении производством (проектный аспект).
11. Управление проектами передачи производственных функций на аутсорсинг.
12. Разработка и реализация производственных стратегий малого предприятия.
13. Управление ресурсами производственных проектов.
14. MES-системы в управлении производством.
15. Управление проектами организации нового производства.
16. Системный подход в управлении проектами

17. Финансовое моделирование проекта
18. Сравнительный анализ стандартов управления проектами
19. Ценностно-ориентированное управление проектами в компании
20. Управление проектами с учетом принципов концепции устойчивого развития
21. Разработка системы стратегического управления проектами в компании
22. Модели, методы и инструменты управления портфелем проектов;
- 2.3 Управление портфелем проектов в условиях неопределенности;
24. Анализ практики управления портфелем проектов на предприятиях;
25. Управление рисками проекта, программы и портфеля проектов;
26. Построение корпоративной системы управления рисками на промышленном предприятии;
27. Управление рисками крупных международных нефтегазовых проектов;
28. Управление проектами и портфелями проектов нефтегазовых компаний.
29. Российский рынок консалтинга по управлению проектами: анализ предложения
30. Исследование бренда «управление проектами» на российском рынке: тенденции и перспективы
31. Обоснование инвестиций на внедрение корпоративной системы управления проектами в компаниях
32. Офис управления проектами: особенности, виды и модели в российских компаниях
33. Проблемы и факторы успеха внедрения корпоративной системы управления проектами в организации
34. Анализ осуществимости проекта на примере компании
35. Методы оценки инвестиционной привлекательности проектов в сфере недвижимости
36. Оценка влияния организационных рисков на успех и неудачи проекта
37. Проблемы управления стейкхолдерами в ИТ-проектах на примере российских компаний
38. План управления отношениями со стейкхолдерами проектов: проблемы и возможности
39. Основные проблемы управления стейкхолдерами в тендерах и пути их решения
40. Управление персоналом в организации и в проектах: системы и модели
41. Разработка карты компетенций менеджера проектов
42. Формирование команды проекта как фактор успеха его реализации
43. Деловая игра как метод повышения компетенций и улучшения взаимодействия участников проектных команд
44. Обзор отечественных информационных систем и программных продуктов для управления проектами
45. Применение информационных систем для управления проектами в строительных и девелоперских компаниях
46. Применение информационных систем для управления проектами в компаниях нефтегазовой отрасли
47. Применение информационных систем для управления проектами на предприятиях малого и среднего бизнеса.
48. Ключевые компетенции менеджера проекта.
49. Критерии успеха и неудач в проектах (анализ на примере отрасли).
50. История и перспективы развития управления проектами в России.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 1.1.** Что не рассматривает сфера проектного управления:

- a) Ресурсы
- b) Качество предоставляемого продукта
- c) Стоимость, Время проекта
- d) Обоснование инвестиций
- e) Риски

**Вопрос 1.2.** Жизненный цикл проекта – это:

- a) стадия реализации проекта
- b) стадия проектирования проекта
- c) временной промежуток между моментом обоснования инвестиций и моментом, когда они окупились
- d) временной промежуток между моментом появления, зарождения проекта и моментом его ликвидации, завершения
- e) временной промежуток между моментом получения задания от заказчика и моментом сдачи проекта заказчику

**Вопрос 1.3.** Управляемыми параметрами проекта не являются:

- a) объемы и виды работ
- b) стоимость, издержки, расходы по проекту
- c) временные параметры, включающие сроки, продолжительности и резервы выполнения работ и этапов проекта, а также взаимосвязи между работами
- d) ресурсы, требуемые для осуществления проекта, в том числе человеческие или трудовые, финансовые, материально-технические, а также ограничения по ресурсам
- e) качество проектных решений, применяемых ресурсов, компонентов проекта
- f) Все варианты правильны

**Вопрос 1.4.** Календарное планирование не включает в себя:

- a) планирование содержания проекта
- b) определение последовательности работ и построение сетевого графика
- c) планирование сроков, длительностей и логических связей работ и построение диаграммы Ганта
- d) определение потребностей в ресурсах (люди, машины, механизмы, материалы и т.д.) и расчет затрат и трудозатрат по проекту
- e) определение себестоимости продукта проекта

**Вопрос 1.5.** Что является основной целью сетевого планирования:

- a) Управление трудозатратами проекта
- b) Снижение до минимума времени реализации проекта
- c) Максимизация прибыли от проекта
- d) Определение последовательностей выполнения работ
- e) Моделирование структуры проекта

**Вопрос 1.6.** Какой тип сетевой диаграммы используется в среде MS Project:

- a) «Действие в узлах» – верный ответ
- b) Переходной тип диаграммы от «действия на стрелках» к «действию в узлах»
- c) ПЕРТ-диаграмма
- d) Диаграмма Ганта
- e) Диаграмма «Действие на стрелках»

**Вопрос 1.7.** Принцип «метода критического пути» заключается в:

- a) Анализе вероятностных параметров длительностей задач лежащих на критическом пути
- b) Анализе вероятностных параметров стоимостей задач
- c) Анализе расписания задач – верный ответ
- d) Анализе вероятностных параметров стоимостей задач лежащих на критическом пути
- e) Анализе длительностей задач, составляющих критический путь

**Вопрос 1.8.** Основная цель «метода критического пути» заключается в:

- a) Равномерном назначении ресурсов на задачи проекта
- b) Оптимизации отношения длительности проекта к его стоимости
- c) Снижении издержек проекта
- d) Минимизации востребованных ресурсов
- e) Минимизации сроков проекта – верный ответ

**Вопрос 1.9.** Какая работа называется критической:

- a) Длительность которой максимальна в проекте
- b) Стоимость которой максимальна в проекте
- c) Имеющая максимальный показатель отношения цены работы к ее длительности
- d) Работа с максимальными трудозатратами
- e) Работа, для которой задержка ее начала приведет к задержке срока окончания проекта в целом

**Вопрос 1.10.** Какое распределение имеет конечный показатель средней длительности проекта рассчитанный по методу ПЕРТ:

- a) Гауссовское
- b) Вета-распределение
- c) Пуассоновское распределение
- d) Нормальное распределение
- e) Треугольное распределение

**Вопрос 1.11.** Какое распределение имеет конечный показатель средней длительности проекта рассчитанный методом моделирования Монте-Карло:

- a) Гауссовское
- b) Вета-распределение
- c) Пуассоновское распределение
- d) Нормальное распределение
- e) Треугольное распределение

**Вопрос 1.12.** Моделирование проектов в Microsoft Project 2010 не позволяет решить следующую задачу:

- a) Рассчитать инвестиционную привлекательность проекта
- b) рассчитать бюджет проекта и распределение запланированных затрат во времени
- c) рассчитать распределение во времени потребностей проекта в основных материалах и оборудовании
- d) определить оптимальный состав ресурсов (людей и механизмов) проекта и распределение во времени их плановой загрузки и количественного состава
- e) разработать оптимальную схему финансирования работ, поставок материалов и оборудования

**Вопрос 1.13.** Что служит вертикальной осью диаграммы Ганта:

- a) Перечень ресурсов
- b) Длительности задач
- c) Перечень задач
- d) Длительность проекта
- e) Предшествующие задачи

**Вопрос 1.14.** Что служит горизонтальной осью диаграммы Ганта:

- a) Перечень ресурсов
- b) Длительности задач
- c) Перечень задач
- d) Длительность проекта
- e) Предшествующие задачи

**Вопрос 1.15.** Суммарная задача состоит из:

- a) Нескольких ресурсов
- b) Нескольких вех
- c) Нескольких вариантов
- d) Нескольких затрат
- e) Нескольких задач

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

**Вопрос 2.1.** Какое представление отсутствует в MS Project:

- a) Диаграмма Ганта
- b) Использование Ресурсов
- c) Использование задач
- d) Сетевой график
- e) Сеть ПЕРТ

**Вопрос 2.2.** Какое представление является основным в MS Project:

- a) Диаграмма Ганта – верный ответ
- b) Использование Ресурсов
- c) Использование задач
- d) Сетевой график
- e) Сеть ПЕРТ

**Вопрос 2.3.** К каким методам сводится структуризация проекта:

- a) Горизонтальное и вертикальное планирование
- b) Горизонтальное планирование и планирование «сверху-вниз»
- c) Вертикальное планирование и планирование «снизу-вверх»
- d) Вертикальное планирование и планирование «сверху-вниз»
- e) Планирование «сверху-вниз» и «снизу-вверх» - верный ответ
- f) Планирование «сверху-вниз», «снизу-вверх», горизонтальное и вертикальное планирование

**Вопрос 2.4.** Структурное планирование не включает в себя следующие этапы:

- a) разбиение проекта на совокупность отдельных работ, выполнение которых необходимо для реализации проекта
- b) структуризация последовательности работ
- c) оценка временных характеристик работ

- d) оценка длительностей работ
- e) назначение ресурсов на задачи

**Вопрос 2.5.** Какие типы связей между задачами невозможны в MS Project:

- a) Начало-окончание
- b) Окончание-Начало
- c) Начало-начало
- d) Окончание-окончание
- e) все ответы неправильны

**Вопрос 2.6.** Что не является ограничением для планируемых задач:

- a) Окончание не ранее заданной даты
- b) Начало не ранее заданной даты
- c) Фиксированная длительность
- d) Фиксированное начало
- e) Как можно раньше

**Вопрос 2.7.** Длительность суммарной задачи вычисляется (определяется):

- a) Исходя из параметров назначений и трудозатрат на задачи входящие в суммарную задачу
- b) Исходя из параметров назначений и длительности задач входящих в суммарную задачу
- c) Исходя из параметров длительности ее подзадач
- d) Директивно
- e) Приближенно, по методу экспертных оценок

**Вопрос 2.8.** Трудовые ресурсы не включают:

- a) Людей
- b) Издержки
- c) Машин
- d) Оборудование

**Вопрос 2.9.** Какой параметр не описывает трудовые ресурсы:

- a) Издержки- верный ответ
- b) Стандартная ставка
- c) Ставка сверхурочных
- d) Затраты на использование

**Вопрос 2.10.** Максимальное количество единиц доступности устанавливает:

- a) максимальное количество рабочих, доступных для выполнения работ в данном проекте
- b) максимальный процент рабочего времени, которое ресурс может ежедневно выделять для выполнения работ данного проекта

**Вопрос 2.11.** Материальные ресурсы позволяют моделировать:

- a) Потребность в материалах и затраты на них
- b) Оплату заказчиков
- c) Оплату работ по проекту

**Вопрос 2.12.** Предназначение затратного ресурса:

- a) Рассчитать затраты по проекту
- b) Связать определенный тип затрат с одной или несколькими задачами
- c) Рассчитать затраты на трудовые ресурсы

**Вопрос 2.13.** Назначения в MS Project это:

- a) связь конкретной задачи с ее длительностью
- b) связь конкретной задачи с ресурсами, выделенными для ее выполнения
- c) связь между задачами проекта
- d) связь между вехами проекта
- e) связь конкретной вехи с ресурсами, выделенными для ее выполнения

**Вопрос 2.14.** Трудозатраты рассчитываются по формуле:

- a) Трудозатраты = Длительность / Единицы назначений
- b) Трудозатраты = (Длительность)<sup>2</sup> × Единицы назначений
- c) Трудозатраты = Длительность × Единицы назначений

**Вопрос 2.15.** Для задач с фиксированным объемом ресурсов не справедливо:

- a) При изменении трудозатрат пересчитывается длительность, но объем ресурсов не меняется
- b) При изменении трудозатрат и длительности одновременно, объем ресурсов не меняется
- c) При изменении длительности пересчитываются трудозатраты, но объем ресурсов не меняется

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 3.1.** Основными составляющими процесса управления риском не является:

- a) Выявление источников риска;
- b) Анализ и оценка риска;
- c) Определение реакции на риск;
- d) Планирование расходов в чрезвычайных обстоятельствах;
- e) Создание резервов на случай чрезвычайных обстоятельств
- f) Сетевое планирование

**Вопрос 3.2.** Что не является вариантом реакции на риск:

- a) Снижение или сохранение риска
- b) Переадресация риска
- c) Структура разбиения работ по этапам
- d) Участие в рисках

**Вопрос 3.3.** Сокращение времени работы над проектом достигается:

- a) сокращением одного или большего количества действий (операций) на критическом пути
- b) сокращением одного или большего количества произвольных действий (операций) проекта
- c) сокращением одного или большего количества действий (операций) на не критическом пути

**Вопрос 3.4.** Величина и количество резервов на случай непредвиденных обстоятельств не зависят от:

- a) "новизны" проекта
- b) неточности в оценках времени и затрат
- c) технических проблем
- d) размера бюджета проекта
- e) небольших изменений в масштабе
- f) непредвиденных проблем

**Вопрос 3.5.** Зависят ли резервы управления от сметных резервов:

- a) Да
- b) Нет
- c) Зависят, но при определенных обстоятельствах

**Вопрос 3.6.** Какие риски не являются проектными:

- a) Риски расписания
- b) Бюджетные риски
- c) Ресурсные риски
- d) Операционные риски

**Вопрос 3.7.** После какого назначения происходит вычисление затрат в MS Project:

- a) После каждого
- b) После последнего
- c) После первого
- d) Выбирается в ручном режиме

**Вопрос 3.8.** Для назначения материальных ресурсов необходимо ввести:

- a) Только общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом
- b) Только скорость его потребления в заданный временной интервал
- c) Общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом и скорость его потребления в заданный временной интервал
- d) Общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом или скорость его потребления в заданный временной интервал

**Вопрос 3.9.** Базовый план образуется:

- a) Самостоятельно
- b) Из фактического плана
- c) Текущего плана
- d) Как разность между фактическим и текущим планом

**Вопрос 3.10.** Для устранения нарушения срыва директивных сроков не подходит:

- a) Пересмотреть длительности и/или назначения ресурсов на задачах
- b) Пересмотреть характеристики суммарных задача / этапов
- c) Пересмотреть директивные сроки – верный ответ

**Вопрос 3.11.** Microsoft Project 2010 определяет не критический путь, как:

- a) Совокупность 100% выполненных задач и задач, имеющих резервы по времени
- b) Совокупность 100% выполненных задач
- c) Задач, имеющих резервы по времени

**Вопрос 3.12.** В колонке «Отклонение» (при выборе представления «Диаграмма Ганта» и таблицы «Затраты»)

отображается значение разницы затрат между колонками:

- a) «Фиксированные затраты» и «Базовые затраты»
- b) «Затраты» и «Базовые затраты»
- c) «Фиксированные затраты» и «Затраты»

**Вопрос 3.13.** Перегруженные ресурсы в MS Project:

- a) Выделяются красным цветом и индикатором красный человек
- b) Не выделяются

**Вопрос 3.14.** Ресурсное выравнивание доступно для ресурсов:

- a) Издержек
- b) Материальных
- c) Трудовых

**Вопрос 3.15.** Специально, для ресурсного выравнивания служит представление:

- a) Сетевой график
- b) Форма задач
- c) Форма ресурсов
- d) Планировщик групп

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

- 1 Области применения и преимущества проектного управления?
- 2 Какие основные концепции УП?
- 3 Стандарты в области управления проектами (УП), возможность их применения в российских условиях.
- 4 Основные типы организационных структур: функциональная, матричная, проектная; их сходства и отличия.
- 5 Основные роли участников проектов. Разделение ответственности и полномочий: заказчик, спонсор, руководитель проекта, участник проекта.
- 6 Управление структурами проектов.
- 7 Проектный офис, управляющие комитеты, менеджер проекта.
- 8 Принципы корпоративной методологии и информационной системы управления проектами в компании.
- 9 Какие процессы относятся к инициации и управлению рисками в инновационных проектах и программах?
- 10 Постановки целей проекта для создания нового бизнеса?
- 11 Разделы Устава проекта; Разделы бизнес-плана проекта.
- 12 Назначение менеджера проекта, управление персоналом и взаимодействиями в комплексных проектах
- 13 Структура проекта, назначение ключевых ролей, планирование взаимодействия и коммуникаций.
- 14 Декомпозиция целей, построение иерархической структуры работ.
- 15 Разработка расписания, построение сетевой диаграммы и диаграммы Гантта.
- 16 Планирование ресурсов, разработка бюджета проекта.
- 17 Управление рисками и создание планов реагирования проекта.
- 18 Как определяется последовательность шагов процедуры планирования проекта?
- 19 Какие аспекты организации коммуникации внутри проекта обеспечивают эффективное распределение информации?
- 20 Контрактное и административное завершение.
- 21 Обсуждение результатов, извлеченные уроки и архив проекта.
- 22 Что такое РМВОК? Представьте системную модель управления проектами.
- 23 Критерии качества проекта.
- 24 Как определить удовлетворяет ли проект ожидания заказчика и как необходимо реагировать, если у заказчика изменились ожидания?
- 25 Как должно осуществляться планирование ресурсов по проекту?
- 26 Что включает в себя контроль стоимости?
- 27 Перечислите факторы, вызывающие изменения базового плана. Необходимо ли согласование изменений с участниками проекта?
- 28 Какая отчетная информация необходима для эффективных коммуникаций по проекту?

- 29 Что такое базовый стоимостной план проекта? Как он формируется?
- 30 Чем отличаются функции управления от областей знания?
- 31 Планирование расходов и контроль расходов базируются на одной и той же предметной области?
- 32 Какие процессы включает в себя управление качеством проекта?
- 33 Как определить, что проект удовлетворяет требованиям, ради которых он был предпринят?
- 34 Выбор организационной формы управления.
- 35 Исполнение и контроль проекта.
- 36 Цели и содержание процесса контроля проекта.
- 37 Отслеживание фактического выполнения работ.
- 38 Измерение прогресса и анализ результатов.
- 39 Корректирующие действия.
- 40 Управление изменениями.
- 41 Управление коммуникациями проекта.
42. Какими показателями характеризуется эффективность проекта?
43. По каким критериям может быть измерена степень риска?
44. Назовите основные методы диагностики и анализа состояния работ по проекту.
45. На какие вопросы отвечает метод освоенного объема?
46. Какие методы и средства используются при планировании для оценки и учета.
47. Назовите основные (базовые) показатели метода освоенного объема.
48. Перечислите расчетные показатели метода освоенного объема
49. Для чего применяют корректирующие действия при реализации проекта?
50. Какие процессы включены в цикл контроля проектных изменений?
51. Что понимается под управлением конфигурацией проекта?
52. Какие виды деятельности включает в себя завершение проекта?
53. Перечислите основные этапы закрытия проекта.
54. Перечислите формы выхода из проекта.

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

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Зуб, А. Т. Управление проектами : учебник и практикум для вузов / А. Т. Зуб. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00725-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489197>

2. Управление проектами : учебник и практикум для вузов / А. И. Балашов, Е. М. Рогова, М. В. Тихонова, Е. А. Ткаченко ; под общей редакцией Е. М. Роговой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 383 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00436-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468486>

### Б. Дополнительная литература:

1. Поляков, Н. А. Управление инновационными проектами : учебник и практикум для вузов / Н. А. Поляков, О. В. Мотовилов, Н. В. Лукашов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 330 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00952-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489513>

2. Управление программными проектами : учебное пособие для вузов / В. Е. Гвоздев [и др.] ; под редакцией Р. Ф. Маликова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14329-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>

### Нормативная литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации, ч. 1, 2, 3, 4 с изменениями.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации с изменениями.
3. Земельный кодекс Российской Федерации с изменениями.
4. Налоговый кодекс, ч. 1, 2 с изменениями.
5. Федеральный закон от 25.02.1999 № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».
6. Положение о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса / утв. Минэкономразвития РФ 06.05.2000 согл. Госгортехнадзором № 02–35/234 от 28.04.2000.

### 9.2. Рекомендуемые источники научной информации

- Журнал «Управление проектами». ISSN:1814-2133
- журнал «Управление проектами и программами». ISSN 2075-1214
- Журнал «Инновации и инвестиции» ISSN: 2307-180X.
- Журнал «Экономика и управление». ISSN: 1998-1627.
- <http://www.ecsocman.edu.ru>
- <http://www.eup.ru>
- <http://www.buhgalteria.ru>
- <http://www.business-ethics.com>
- <http://www.worldeconomy.ru>

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8;

- банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных заданий – 30);
- банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 30).

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

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 18.07.2020)

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 18.07.2020).

Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 18.07.2020).

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

Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.08.2020).

Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ict.edu.ru/> (дата обращения: 20.08.2020).

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.08.2020).

ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.08.2020).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) могут применяться следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться платформы для проведения онлайн конференций и отдельные специализированные модули LMS.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который

обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 *«Управление проектами»* проводятся в форме лекций, и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

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

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

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

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

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

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

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

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	8 лицензий	бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	8 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR, Архиватор	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	8	бессрочная

### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1. Введение в управление проектами.</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и методы управления проектами,</li> <li>– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,</li> <li>– принципы организации проектного управления</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать и оформлять проектную документацию,</li> <li>– применять методики оценки параметров управления в проектах,</li> <li>– разрабатывать стратегию управления проектами</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу в форме опроса</p> <p>Оценка за контрольную работу в форме теста</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>стандартами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами анализа путей реализации проектов;</li> <li>– методами анализа рисков в проектном управлении</li> </ul>	
<b>Раздел 2. Области знаний управления проектами.</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и методы управления проектами,</li> <li>– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,</li> <li>– принципы организации проектного управления</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать и оформлять проектную документацию,</li> <li>– применять методики оценки параметров управления в проектах,</li> <li>– разрабатывать стратегию управления проектами</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;</li> <li>– методами анализа путей реализации проектов;</li> <li>– методами анализа рисков в проектном управлении</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу в форме опроса</p> <p>Оценка за контрольную работу в форме теста</p> <p>Оценка за зачет</p>
<b>Раздел 3. Методология управления проектами</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и методы управления проектами,</li> <li>– систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,</li> <li>– принципы организации проектного управления</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать и оформлять проектную документацию,</li> <li>– применять методики оценки параметров управления в проектах,</li> <li>– разрабатывать стратегию управления проектами</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;</li> <li>– методами анализа путей реализации проектов;</li> <li>– методами анализа рисков в проектном управлении</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу в форме опроса</p> <p>Оценка за контрольную работу в форме теста</p> <p>Оценка за зачет</p>

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

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

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

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

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Управление проектами»**

**основной образовательной программы**

19.04.01 Биотехнология

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Экобиотехнология»**

**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**

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

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_

## 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
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
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, геной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными	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.	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 седьмым уровнем
			ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	

	<p>технологических регламентов на производство биотехнологической продукции;</p> <p>– реализация и эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</p> <p>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение</p>	<p>качественными характеристиками.</p>	<p>ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.</p>	<p>Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ.</p> <p>А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>В. Управление действующими технологическими процессами и производством.</p> <p>В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов</p>
		<p>ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.</p>	

	<p>экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения</li> </ul>		<p>ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.</p>	<p>биотехнологии.</p> <p>С/01.7 – Разработка предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции.</p> <p>С/02.7 – Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ.</p> <p>С/03.7 – Модернизация биотехнологического производства БАВ.</p> <p><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.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p>В. Разработка и интеграция</p>
			<p>ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения технологического процесса.</p>	

	<p>биотехнологических процессов;</p> <p>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>		<p>ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.</p> <hr/> <p>ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.</p>	<p>инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/03.7 – Подготовка производства инновационных биотехнических систем.</p> <p><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></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	--	--	---	--

<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>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, геной инженерии и нанобиотехнологий.  Объекты профессиональной деятельности:  – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;  – приборы и оборудование для исследования свойств</p>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.</p>	<p>ПК-3.1. Знает:  – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии;  – закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования;  – метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма;  – особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками,  – особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния</p>	<p>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 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</p>
---	---	--	--	---

	<p>используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>		<p>факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в промышленных и природных системах; – способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах; – основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p>	<p>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 «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></p>
--	---	--	---	--

			<p>ПК-3.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования;</li> <li>– 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;</li> <li>– анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.</li> </ul>	<p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p> <p>В. Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>В/01.7. Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1046н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Проведение мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий.</p> <p>А/03.6. Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов.</p>
--	--	--	--	--



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 организация 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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,36</b>	<b>85</b>	<b>63,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,64</b>	<b>23</b>	<b>17,25</b>

Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,64	23	17,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг	Практические занятия	в т.ч. в форме пр. подг	Лабораторные работы	в т.ч. в форме пр. подг	Самостоятельная работа
	Введение	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	Раздел 1. Основные особенности функционирования природных экосистем, биоценозов в природных средах	8	0	2	0	4	0	0	0	2
2	Раздел 2. Антропогенные факторы загрязнения и их воздействие на экосистемы	6	0	2	0	2	0	0	0	2
3	Раздел 3. Биотрансформация, биодеструкция и биодоступность органических ксенобиотиков и неорганических загрязнений	9	0	3	0	4	0	0	0	2
4	Раздел 4. Водные природные среды	9	0	2	0	5	0	0	0	2
5	Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод	22	0	8	0	12	0	0	0	2
6	Раздел 6. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов	4	0	1	0	1	00	0	0	2

7	Раздел 7. Микробиологическая переработка органических отходов	15	0	5	0	8		0	0	2
8	Раздел 8. Биоконверсия в биотопливо	7	0	2	0	3	0	0	0	2
9	Раздел 9. Вермикультивирование и вермикомпостирование	6	0	2	0	2	0	0	0	2
10	Раздел 10. Почвенные среды и экосистемы болот	6	0	2	0	2	0	0	0	2
11	Раздел 11. Биоремедиация почв	10	0	3	0	5	0	0	0	2
12	Раздел 12. Технологические основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред	5	0	1	0	3	0	0	0	1
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>
	<b>Экзамен</b>	36								
	<b>ИТОГО</b>	144								

## 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 газовой воздушных 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 ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b><i>Знать:</i></b>												
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							+		+				
	<b>Уметь:</b>													
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							+	+	+				
	<b>Владеть:</b>													
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 *профессиональные компетенции*:

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК													
16	ПК-1 – способен провести и усовершенствовать типичные ферментационные и сопутствующие технологические процессы в производственных условиях, совершенствовать технологический процесс, использовать стандартные и инновационные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, получать продукцию с заданными качественными характеристиками.	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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-1.2. Владеет основными способами управляемого культивирования объектов биотехнологии, разделения, выделения и очистки продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции при эксплуатации экспериментальных и промышленных установок.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		ПК-1.3. Умеет анализировать, оценивать и выбирать современные инструментальные средства, технологии для решения конкретной научно-производственной или производственной задачи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
17	ПК-2 – способен организовать и обеспечить химико-аналитический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологических производств, стабильность производства и качества выпускаемой продукции.	ПК-2.1. Знает задачи и основные особенности обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		ПК-2.2. Знает основные системы и задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, сырья, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-2.3. Умеет пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля для ведения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		технологического процесса.												
		ПК-2.4. Владеет навыками анализа показателей технологического процесса на соответствие технологическим требованиям и исходным научным разработкам.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-2.5. 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, по мониторингу и защите окружающей среды.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

18	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях и при их взаимодействии с окружающей средой.	ПК-3.1. Знает: – специфику, физиологические, биохимические, генетические особенности используемых микроорганизмов и их сообществ, клеточных культур и других биологических объектов промышленной биотехнологии и биоинженерии; – закономерности и особенности процессов биосинтеза, способы их регулирования; – метаболические пути и особенности утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма; – особенности взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками, – особенности математического описания, термодинамики, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
----	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

		<p>микроорганизмов и клеточных культур, закономерности их роста, наследственности и изменчивости, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты и процессы в промышленных и природных системах;</p> <p>– способы управляемого культивирования объектов биотехнологии в промышленных и природных системах;</p> <p>– основные экологические закономерности и особенности использования биологических объектов в природных средах, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий в промышленных масштабах.</p> <p>ПК-3.2. Умеет:</p> <p>– определять кинетические и термодинамические закономерности процессов</p>											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>роста микробов, животных и растительных клеток в лабораторных и промышленных системах культивирования;</p> <p>– 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;</p> <p>– анализировать последствия биотехногенного воздействия на водные, почвенные экосистемы, атмосферу.</p>												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 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.	2
4	3	Микроорганизмы – деструкторы. Генетические основы создания рекомбинантных микроорганизмов – деструкторов органических ксенобиотиков.	2
5	3	Транслокационная миграция тяжелых металлов и радионуклидов в растения.	2
6	4	Роль водорослей, цианобактерий, бактерий, простейших, макрофитов, зоопланктона, позвоночных в биогенном переносе и трансформации веществ в природных водоемах.	5
7	5	Аэробная очистка сточных вод	6
8	5	Анаэробная очистка сточных вод	6
9	6	Аппаратурное оформление процессов очистки газоздушных выбросов	1
10	7	Принципы организации малоотходного биотехнологического производства.	4
11	7	Силосование. Компостирование.	4
12	8	Виды биотоплива: биодизель, биоэтанол, биобутанол, биометан. Основы промышленного получения.	3
13	9	Классификация методов вермикультивирования и вермикомпостирования, аппаратурные и технологические решения.	2
14	10	Роль растений, микроорганизмов, простейших, мезофауны, макрофауны в трансформации почвенного вещества.	2
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.	2
17	12	Перечень и характеристика основных стадий технологического процесса современного производства	3

		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<sub>полн</sub>;

- 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 рН, 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<sub>полн</sub>;
- 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 рН, 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 м<sup>3</sup>/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/м<sup>3</sup>.

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/м<sup>3</sup>.

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 гидрокселирование 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 гидроботанические 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	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>19.04.01 Биотехнология</b>
	<b>«Промышленная биотехнология и биоинженерия»</b>
<b>Дисциплина «Экобиотехнология»</b>	
<b>Билет № 1</b>	
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](http://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](http://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 01.01.2022 составляет 1719785 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	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

#### 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 эковиотехнологии <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 эковиотехнологии (загрязнения, отходы, водные и почвенные загрязненные среды); абиотические и биотические процессы в природных средах, современные представления о способах их контроля и	Оценка за расчётную задачу 1(2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)

	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 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 и энергетических балансов	Оценка за расчётную задачу 1 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)
Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод	<i>Знает:</i> особенности техногенных и природных сред — объектов экобиотехнологии (загрязнения, отходы, водные и почвенные	Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен

	<p>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</p>	(2-ой семестр)
<p>Раздел 6. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов</p>	<p><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 природных и техногенных средах, переработки отходов, обезвреживания стоков и выбросов; решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств</p>	<p>Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр)          Оценка за экзамен (2-ой семестр)</p>

	<p>специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами</p> <p><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</p> <p>(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</p>	
<p>Раздел 7. Микробиологическая переработка органических отходов</p>	<p><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</p> <p><i>Умеет:</i> решать задачи охраны окружающей среды, экологической безопасности биотехнологических производств специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами</p> <p><i>Владеет;</i> промышленными методами и технологиями,</p>	<p>Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)</p>

	<p>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</p>	
<p>Раздел 8. Биоконверсия в биотопливо</p>	<p><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</p> <p><i>Умеет:</i> 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</p>	<p>Оценка за расчётную задачу 2 (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)</p>

	<p>биотехнологических производств специфическими биотехнологическими методами, управления и контроля экобиотехнологическими процессами</p> <p><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</p>	
<p>Раздел 9. Вермикультивирование и вермикомпостирование</p>	<p><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</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p><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;</p>	<p>Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)</p>

	<p>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</p>	
<p>Раздел 10. Почвенные среды и экосистемы болот</p>	<p><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</p> <p><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</p>	<p>Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)</p>
<p>Раздел 11. Биоремедиация почв</p>	<p><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 обеспечению качества окружающей среды и экологической безопасности техногенных потоков; абиотические и биотические процессы в природных средах,</p>	<p>Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-ой семестр) Оценка за экзамен (2-ой семестр)</p>

	<p>современные представления о способах их контроля и управления ими</p> <p><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</p>	
<p>Раздел 12. Технологические основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред</p>	<p><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</p> <p><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</p>	<p>Оценка за реферат или домашнее задание (мини-эссе) (2-й семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2-й семестр)</p>

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам 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  
«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.



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Колоколов Фёдор Александрович 47  
Проректор по учебной работе: Ректорат  
Подписан: 23.10.2023 10:14:48