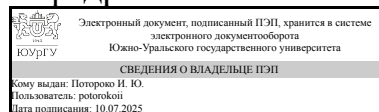


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



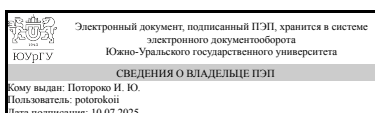
И. Ю. Потороко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.15 Биоинженерия биологических систем
для специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
уровень Специалитет
специализация Биоинженерия и биоинформатика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Пищевые и биотехнологии

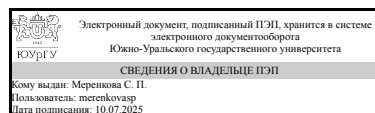
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 973

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



И. Ю. Потороко

Разработчик программы,
к.ветеринар.н., доц., доцент



С. П. Меренкова

1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель дисциплины "Биоинженерия биологических систем", изучение генно-инженерных и клеточных методов и технологий создания и использования генетически трансформированных (модифицированных) растений, животных и микроорганизмов в целях интенсификации производства и получения новых видов продуктов различного назначения. Задачами дисциплины являются: - изучение биологических объектов, применяемых в биоинженерии; - анализ строения и структуры гена, ДНК и РНК, а также алгоритма реализации генетической информации в клетке; - изучение ферментов генной инженерии, методы их применения; - сравнительный анализ методов изучения генома, в том числе полимеразная цепная реакция; - изучение методов генодиагностики и генотерапии; - анализ способов контроля и идентификации ГМО.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Биоинженерия биологических систем» содержит сведения о биологических продуцентах, способах получения продуцентов с нужными свойствами, в том числе методами генетической инженерии; структуре гена и методах изучения генома; ферментах и векторах, применяемых в генной инженерии; основных стадиях и алгоритмах создания генно-инженерного продукта. Курс позволяет изучить методы генетической инженерии растений; получение и применение трансгенных животных, а также методы контроля и идентификации ГМО; нормативное регулирование в сфере получения и распространения генно-модифицированных организмов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен к научно-исследовательской и профессиональной деятельности, к анализу современного состояния и перспектив использования методов биоинформатики и биоинженерии в прикладных целях	Знает: Основные методы биоинженерии и биоинформатики, применяемые для модификации и создания биологических систем с заданными свойствами; принципы работы с биологическими объектами, включая клеточные линии, ткани и модельные организмы; современные биоинформатические инструменты и технологии для анализа и интерпретации биологических данных; методологические подходы к планированию и проведению экспериментов в области биоинженерии; стандарты и протоколы проведения исследований и получения биологических объектов с измененными свойствами. Умеет: Применять методы биоинженерии для разработки и модификации биологических систем с заданными характеристиками; использовать биоинформатические методы для анализа и интерпретации данных, полученных в ходе исследований; проводить комплексный анализ результатов экспериментов, выявлять

	<p>закономерности и делать обоснованные выводы; оценивать и оптимизировать методики исследований на основе полученных данных и опыта; интегрировать результаты различных этапов исследования для получения целостного понимания процессов и явлений.</p> <p>Имеет практический опыт: Работы с биологическими системами и их модификации с использованием методов биоинженерии, включая создание и оптимизацию клеточных моделей; использования биоинформатических инструментов для анализа геномных, транскриптомных и протеомных данных, включая работу с базами данных и специализированным программным обеспечением; проведения экспериментальных исследований, включая планирование, выполнение и анализ результатов; разработки и адаптации протоколов исследований с учетом специфики изучаемых биологических систем.</p>
<p>ПК-4 Способен принимать участие в разработке и апробации инновационных продуктов, созданных с применением методов биоинженерии и биоинформатики, в соответствии с действующими протоколами и стандартами</p>	<p>Знает: Методы и технологии глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с использованием биотехнологий</p> <p>Умеет: Разрабатывать и применять технологии глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с использованием биотехнологий</p> <p>Имеет практический опыт: Разработки и применения технологий глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с использованием биотехнологий</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Модельные системы для доклинических исследований, Биохимия минорных биологически активных веществ, Нутритивная поддержка организма, Клеточная биоинженерия</p>	<p>Биохакинг для управления здоровьем, Инженерия энзимологии, Современные методы генетических исследований, Разработка протоколов проведения биологических исследований, Основные аспекты антивозрастных технологий, Кинетика и механизм ферментативных реакций</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Биохимия минорных биологически активных веществ	Знает: теоретические основы биохимических процессов получения биологических активных веществ с заданными свойствами с

	<p>использованием микроорганизмов, растений и отдельных клеток, использовать физико-химические методы исследования, теоретические основы биохимических процессов получения биологических активных веществ с заданными свойствами</p> <p>Умеет: использовать биохимические процессы для направленной модификации биологических активных веществ, извлекать и синтезировать БАВ на основе организмов и клеток, использовать биохимические процессы для направленной модификации биологических активных веществ</p> <p>Имеет практический опыт: направленной модификации биологических активных веществ, извлечения и синтеза БАВ на основе организмов и клеток, получения биологических активных веществ с заданными свойствами</p>
<p>Нутритивная поддержка организма</p>	<p>Знает: основы полноценного и рационально питания, а также физиологических процессов, происходящих в организме человека</p> <p>Умеет: применять методы биоинженерии и биоинформатики для определения потребностей организма в нутритивной поддержке</p> <p>Имеет практический опыт: получения новых биологических объектов с измененными свойствами, их интеграцию в рационы питания</p>
<p>Модельные системы для доклинических исследований</p>	<p>Знает: Основные принципы создания и использования модельных систем в доклинических исследованиях; современные базы данных биологических объектов, включая нуклеиновые кислоты и белки, и их применение в доклинических исследованиях; методы и алгоритмы биоинформатического анализа для интерпретации данных модельных систем; стандарты и протоколы работы с биологическими моделями и их валидации; особенности различных модельных организмов и их применение в исследованиях (например, клеточные линии, животные модели, культуры тканей).</p> <p>Умеет: Находить и извлекать необходимую информацию из специализированных баз данных по биологическим объектам; применять методы биоинформатического анализа для интерпретации данных, полученных в ходе доклинических исследований; оценивать и сравнивать различные модельные системы на основе биоинформатических данных; разрабатывать и адаптировать протоколы исследований с использованием модельных систем; интегрировать данные из различных источников для комплексного анализа и интерпретации результатов.</p> <p>Имеет практический опыт: Работы с основными базами данных биологических объектов, включая нуклеиновые кислоты и белки, для поиска и анализа</p>

	<p>информации; использования биоинформатических инструментов для обработки и визуализации данных модельных систем; проведения сравнительного анализа различных модельных систем и интерпретации полученных результатов; создания отчетов по результатам доклинических исследований с использованием биоинформатических данных; участия в проектах, связанных с разработкой и применением модельных систем в доклинических исследованиях, с применением современных биоинформатических методов; валидации результатов доклинических исследований с использованием биоинформатического анализа и интерпретации данных; практической работы с программным обеспечением для биоинформатического анализа и моделирования биологических процессов.</p>
<p>Клеточная биоинженерия</p>	<p>Знает: Основы клеточной биоинженерии, включая методы модификации и инженерии клеток; физико-химические методы исследования макромолекул (ДНК, РНК, белков), такие как спектроскопия, хроматография, электрофорез; математические методы обработки и анализа биологических данных, включая статистические подходы и моделирование биологических процессов; принципы и методы экспериментальной работы с клеточными культурами и организмами; современные технологии и инструменты клеточной инженерии, включая генную инженерию и трансфекцию. Современные методы биоинженерии и биоинформатики, применяемые для модификации биологических объектов и получения новых знаний; принципы и технологии создания биологических объектов с заданными свойствами, включая методы генной инженерии, клеточной инженерии и биоинформатического анализа; методологические подходы к проведению исследований в области клеточной биоинженерии, включая планирование экспериментов, выбор методов и анализ полученных данных; основы биоинформатического анализа данных, включая методы обработки и интерпретации геномных, транскриптомных и протеомных данных. Умеет: Проводить эксперименты с использованием различных методов клеточной биоинженерии, включая культивирование клеток и манипуляции с ними; применять физико-химические методы для анализа макромолекул и клеточных компонентов; использовать математические методы для обработки и интерпретации результатов биологических исследований, включая построение графиков и статистический</p>

анализ данных; разрабатывать и оптимизировать протоколы экспериментов с клетками и организмами; анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные данные с учетом физико-химических и математических аспектов., Применять методы биоинженерии и биоинформатики для разработки и оптимизации биологических объектов с заданными свойствами; проводить комплексный анализ результатов исследований, используя различные биоинформатические инструменты и методы статистической обработки данных; оценивать практическую значимость полученных результатов и определять возможные направления их применения; разрабатывать и адаптировать методики исследований с учетом специфики изучаемых биологических объектов; интегрировать и интерпретировать данные из различных источников для получения целостного представления о процессе и результатах исследования. Имеет практический опыт: Работы с клеточными культурами, включая выделение, культивирование и трансфекцию клеток; использования специализированного оборудования для физико-химического анализа макромолекул, такого как спектрофотометры, хроматографы, электрофоретические установки; обработки и интерпретации экспериментальных данных с применением математических методов, включая построение графиков, расчет статистических показателей и моделирование биологических процессов; проведения лабораторных работ по модификации клеток и созданию клеточных моделей; участия в исследовательских проектах, связанных с клеточной биоинженерией, с применением комплексного подхода, включающего экспериментальные, физико-химические и математические методы; подготовки отчетов по результатам проведенных исследований, включая описание методов, результатов и их интерпретацию; коллаборативной работы в команде при выполнении сложных исследовательских задач., Работы с методами генной инженерии и клеточной инженерии для создания биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; использования биоинформатических инструментов для анализа и интерпретации биологических данных, включая работу с базами данных (NCBI, UniProt и др.), программами для выравнивания последовательностей и построения филогенетических деревьев; проведения экспериментальных исследований с применением методов биоинженерии, включая культивирование клеток, трансфекцию и

трансформацию; анализа и документирования результатов исследований, включая подготовку отчетов и презентаций.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 142,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	64	64
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	73,25	37,75	35,5
Подготовка к контрольному опросу	17,75	17,75	0
Подготовка к экзамену	20	0	20
Подготовка к зачету	20	20	0
Подготовка и защита рефератов	15,5	0	15,5
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Биологические объекты геномной инженерии. Структура ДНК, РНК и гена. Ферменты и векторы геномной инженерии. Методы изучения генома.	36	12	12	12
2	Алгоритм создания трансгенных конструкций	28	12	8	8
3	Создание и использование трансгенных организмов для решения научно-исследовательских, биологических и медицинских задач	28	12	8	8
4	Вирусы - векторы для доставки трансгенных конструкций. Современная клеточная инженерия растений. Микрклональное размножение растительных клеток	16	8	4	4
5	Биоинженерные технологии для получения биологических систем	20	20	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Биологические объекты геномной инженерии. Классификация и характеристика	4

		живых организмов. Строение вируса, бактерии, микроскопических грибов, животной и растительной клетки. Схема размножения и деления. ДНК – носитель генетической информации. Схема строения цепи нуклеиновой кислоты. Основные отличия между ДНК и РНК. Структурная организация нуклеиновых кислот. Структура гена. Особенности генома эукариот. Реализация генетической информации в клетке.	
2	1	Ферменты генной инженерии. Рестриктазы. Механизмы расщепления ДНК рестриктазами. ДНК-полимеразы. Обратная транскриптаза или ревертаза. ДНК-лигазы. Нуклеазы. Изучение векторов генной инженерии. Классификация по профилю использования и по происхождению. Плазмиды и бактериофаги. Векторы на основе РНК-содержащих вирусов. Векторы на основе ДНК-геномных вирусов. Искусственно сконструированные векторы.	4
3	1	Методы изучения генома. Секвенирование нуклеиновых кислот. Химическое секвенирование. Секвенирование лигированием. Пиросеквенирование. Рестрикционный анализ. Полимеразная цепная реакция. Основные стадии и разновидности ПЦР. Методы гибридизации. Гибридизация в растворе и гибридизация на фильтре. Генная дактилоскопия. Принципы идентификация нуклеиновых кислот методом электрофореза. Принципы конструирования геномных библиотек. Скрининг библиотеки путем гибридизации; с помощью иммунологических процедур. Проблемы, связанные с построением геномной библиотеки. Применение геномных библиотек.	4
4	2	Алгоритм создания трансгенных конструкций. Этапы получения генно-модифицированного организма. Программирование целевых признаков и свойств ГМО. Роль и факторы, влияющие на выбор промотора для трансгенной конструкции. Виды и свойства промоторов.	4
5	2	Методы доставки целевой ДНК в клетку эукариот. Физические методы доставки: микроинъекция, электропорация, бомбардирование микрочастицами. Особенности каждого метода. Химические методы доставки «целевой» ДНК в клетку. Трансфекция. Упаковка в липосомы. Достоинства и недостатки каждого метода.	4
6	2	Роль промотора в реализации генетической информации, подбор промотора в зависимости от функции трансгенных конструкций. Методы отбора и подтверждения генно-модифицированных организмов.	4
7	3	Генно-инженерные продукты. Создание и применение терапевтически ценных белков: гормонов, антикоагулянтов, иммуномодуляторов, живых вакцин, диагностических препаратов, биологически активных пептидов. Получение целевых белков с использованием молочных биореакторов.	4
8	3	Создание и использование трансгенных организмов для решения научно-исследовательских, биологических и медицинских задач. Примеры и этапы создания животных для исследования биологических и медицинских проблем. Методы внутриклеточной репарации ДНК. Особенности и применение метода гомологичной рекомбинации. Исследование функций отдельных генов методом «Нокаута генов». Особенности метода Conditional Knockout. Понятия LoxP-сайт и Cre-рекомбиназа. Применение методов генной инженерии для моделирования заболеваний человека и борьбы со старением. Трансгенная конструкция Brainbow. Картирование взаимосвязей нейронов в головном мозге.	4
9	3	Создание и использование трансгенных организмов для решения научно-исследовательских, задач, получения модельных организмов животных, решение проблемы продления жизни, изучение функций генов в развитии глобальных заболеваний человечества	4
10	4	Вирус - векторы для доставки трансгенных конструкций. Строение генома лентивирусов. Этапы жизненного цикла вируса в клетке эукариотического организма. Получение безопасных трансгенных конструкций на основе вирусной ДНК. Псевдотипирование вирусов. Применение	4

		аденоассоциированных вирусов. Преимущества вирус-опосредованного трансгенеза.	
11	4	Использование ретровирусов для получения трансгенных животных. Пример использования вирусного трансгенеза в борьбе с болезнями человека и животных. Проблемы трансгенеза с помощью вирусов.	4
12	5	Микроклональное размножение растительных клеток. Классификация способов микроклонального размножения растений. Соматический эмбриогенез в каллусной ткани. Каллусогенез в культуре растительных клеток и тканей.	4
13	5	Типы эксплантов для биоинженерии растений. Способы получения и методы стерилизации. Этапы культивирования растительного материала in vitro. Применение культур каллусов в биоинженерии.	4
14	5	Получение трансгенных животных. Способы введения чужеродных генов в клетки млекопитающих. Основные этапы получения трансгенных животных. Получение трансгенных мышей с помощью эмбриональных стволовых клеток	4
15	5	Методы получения и направление использования трансгенных птиц и рыб. Этапы создания трансгенных сельскохозяйственных животных. Клонирование животных. Этапы реконструкции эмбриональных клеток с помощью переноса ядер или разделения ранних эмбрионов.	4
16	5	Генная (генетическая) терапия. Использование генной терапии для лечения моногенных наследственных болезней. Алгоритм выбора стратегии генной терапии. Использование генной терапии в клинической практике, подходы и требования	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Первичная и вторичная структура ДНК и РНК, строение белковой молекулы.	4
2	1	Механизм функционирования рестриктаз при сборке генно-модифицированного организма	4
3	1	Изучение геномных библиотек	4
4	2	Методы программирования целевых признаков при конструировании генно-модифицированного организма	4
5	2	Принципы химических методов доставки «целевой» ДНК в клетку. Трансфекция. Упаковка в липосомы.	4
6	3	Создание генно-модифицированных микроорганизмов - продуцентов терапевтически ценных белков.	4
7	3	Принципы метода гомологичной рекомбинации для внутриклеточной репарации ДНК.	4
8	4	Этапы вирус-опосредованного трансгенеза организмов.	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Изучение строения генома прокариот и эукариот.	4
2	1	Конструирование рекомбинантных ДНК. Сшивка ферментами по одноименным "липким" концам (рестриктазно-лигазный метод). Сшивка по "тупым" концам (коннекторный метод). Сшивка фрагментов с	4

		разноименными липкими концами.	
3	1	Методы осуществления полимеразной цепной реакции. Протокол, стадии и разновидности ПЦР.	4
4	2	Этапы создания трансгенной конструкции. Программирование целевых признаков генно-модифицированного организма прокариот	4
5	2	Метод пронуклеарной микроинъекции. Этапы реализации метода. Достоинства и недостатки метода.	4
6	3	Этапы создания трансгенных животных-продуцентов терапевтически ценных белков.	4
7	3	Получение трансгенных организмов с использованием эмбриональных стволовых клеток. Свойства эмбриональных стволовых клеток	4
8	4	Микроклональное размножение растительных клеток. Типы и состав питательных сред. Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей «in vitro».	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольному опросу	1. Баженова И. А., Кузнецова Т. А./ Основы молекулярной биологии. Теория и практика: учебное пособие для вузов. Издательство "Лань".2021. – 140 с. 2. Пименова Е. В. Клеточная инженерия. Практические аспекты получения и использования клеточных культур в медицине. Издательство "Лань".2020. 3. Киселева Т. Н./ Основы генетики: Учебно-методическое пособие. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. 2020. – 98 с. 4. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Текст] учебник для вузов по направлению 240700.62 "Биотехнология" О. А. Неверова и др. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 316, с	7	17,75
Подготовка к экзамену	1. Баженова И. А., Кузнецова Т. А./ Основы молекулярной биологии. Теория и практика: учебное пособие для вузов. Издательство "Лань".2021. – 140 с. 2. Пименова Е. В. Клеточная инженерия. Практические аспекты получения и использования клеточных культур в медицине. Издательство "Лань".2020. 3. Киселева Т. Н./ Основы генетики: Учебно-методическое пособие. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. 2020. – 98 с. 4. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Текст] учебник для вузов	8	20

	по направлению 240700.62 "Биотехнология" О. А. Неверова и др. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 316,с		
Подготовка к зачету	1. Баженова И. А., Кузнецова Т. А./ Основы молекулярной биологии. Теория и практика: учебное пособие для вузов. Издательство "Лань".2021. – 140 с. 2. Пименова Е. В. Клеточная инженерия. Практические аспекты получения и использования клеточных культур в медицине. Издательство "Лань".2020. 3. Киселева Т. Н./ Основы генетики: Учебно-методическое пособие. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. 2020. – 98 с. 4. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Текст] учебник для вузов по направлению 240700.62 "Биотехнология" О. А. Неверова и др. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 316,с	7	20
Подготовка и защита рефератов	1. Баженова И. А., Кузнецова Т. А./ Основы молекулярной биологии. Теория и практика: учебное пособие для вузов. Издательство "Лань".2021. – 140 с. 2. Пименова Е. В. Клеточная инженерия. Практические аспекты получения и использования клеточных культур в медицине. Издательство "Лань".2020. 3. Киселева Т. Н./ Основы генетики: Учебно-методическое пособие. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. 2020. – 98 с. 4. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Текст] учебник для вузов по направлению 240700.62 "Биотехнология" О. А. Неверова и др. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 316, с	8	15,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий	Контрольный	2	15	12-15 баллов: грамотно сформулированы	зачет

		контроль	опрос			исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы 8-11 баллов: студент должен показать высокий уровень знаний на уровне воспроизведения и объяснения информации 4-7 баллов: ответы не отличаются глубиной и полнотой раскрытия вопросов, даны правильные ответы на большинство поставленных вопросов 0-3 балла: ответы не отличаются глубиной и полнотой раскрытия вопросов, даны неправильные ответы на большинство поставленных вопросов	
2	7	Промежуточная аттестация	зачет	-	40	Зачет проводится в формате тестирования. Студенту предлагается 20 вопросов с вариантами ответов. Оценка за правильный ответ на каждый вопрос - 2 балла, максимальная оценка за тестирование - 40 баллов. Время прохождения тестирования - 40 минут	зачет
3	8	Бонус	Научный отчет	-	40	Критерии оценивания научного отчета: 31-40 баллов: научный отчет полностью соответствует техническому заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов работы, легко отвечает на поставленные вопросы. 21-30 баллов: научный отчет соответствует техническому заданию, имеет грамотно изложенный материал, При защите студент показывает знание вопросов работы, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. 11-20 баллов: научный отчет не полностью соответствует техническому заданию, в проекте просматривается непоследовательность изложения материала. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов работы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Менее 10 баллов: научный отчет не соответствует техническому заданию, проект не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. При защите работы студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме проекта, при ответе допускает существенные ошибки	экзамен
4	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	Критерии оценивания ответа студента при сдаче экзамена: 40 баллов: выставляется студенту, если дан	экзамен

					<p>полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.</p> <p>30 – 39 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>20 – 29 баллов: выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.</p> <p>10 – 19 баллов: выставляется студенту, если дан неполный ответ, но некоторая последовательность изложения присутствует, в целом студентом разбирается в объекте, показано умение выделить существенные признаки и причинно-следственные связи, Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно, но на дополнительные вопросы преподавателя студент пытается сформулировать обоснованный ответ.</p> <p>1 – 9 баллов: выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность,</p>
--	--	--	--	--	--

					нелогичность изложения. По многим моментам присутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, но дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. 0 баллов – отсутствие ответа на вопрос.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом)</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-3	Знает: Основные методы биоинженерии и биоинформатики, применяемые для модификации и создания биологических систем с заданными свойствами; принципы работы с биологическими объектами, включая клеточные линии, ткани и модельные организмы; современные биоинформатические инструменты и технологии для анализа и интерпретации биологических данных; методологические подходы к планированию и проведению экспериментов в области биоинженерии; стандарты и протоколы проведения исследований и получения биологических объектов с измененными свойствами.	+	+		+
ПК-3	Умеет: Применять методы биоинженерии для разработки и модификации биологических систем с заданными характеристиками; использовать биоинформатические методы для анализа и интерпретации данных, полученных в ходе исследований; проводить комплексный анализ результатов экспериментов, выявлять закономерности и делать обоснованные выводы; оценивать и оптимизировать методики исследований на основе полученных данных и опыта; интегрировать результаты различных этапов исследования для получения целостного понимания процессов и явлений.	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: Работы с биологическими системами и их модификации с использованием методов биоинженерии, включая создание и оптимизацию клеточных моделей; использования биоинформатических	+		+	+

	инструментов для анализа геномных, транскриптомных и протеомных данных, включая работу с базами данных и специализированным программным обеспечением; проведения экспериментальных исследований, включая планирование, выполнение и анализ результатов; разработки и адаптации протоколов исследований с учетом специфики изучаемых биологических систем.				
ПК-4	Знает: Методы и технологии глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с использованием биотехнологий			+	+
ПК-4	Умеет: Разрабатывать и применять технологии глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с использованием биотехнологий			+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: Разработки и применения технологий глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с использованием биотехнологий			+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология [Текст] Кн. 2 Переработка растительного сырья учебное пособие для вузов по специальности 240902 "Пищевая биотехнология" Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова. - М.: КолосС, 2008. - 471, [1] с.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

- учебное пособие "Биоинженерия" / С.П. Меренкова, Челябинск, 2019

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

- учебное пособие "Биоинженерия" / С.П. Меренкова, Челябинск, 2019

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия : учебное пособие / Т. Р. Якупов. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2018. — 157 с. https://e.lanbook.com/book/122951
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебное пособие / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Казань : КГАВМ

			им. Баумана, 2018. — 280 с. https://e.lanbook.com/book/122952
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Куцев, М. Г. Биоинженерия растений. Основные методы : учебное пособие / М. Г. Куцев, М. В. Скапцов, И. Е. Ямских. — Красноярск : СФУ, 2020. — 80 с. https://e.lanbook.com/book/181629
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Высокогорский, В. Е. Биохимические основы биоинженерии : учебное пособие / В. Е. Высокогорский, Ю. А. Подольникова, О. Н. Титтель. — Омск : Омский ГАУ, 2025. — 101 с. https://e.lanbook.com/book/482060
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Науменко, О. А. Инженерная энзимология : учебное пособие / О. А. Науменко, Е. С. Барышева, Е. В. Бибарцева. — Оренбург : ОГУ, 2021. — 182 с. https://e.lanbook.com/book/422717

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Paint.NET(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)
3. -Техэксперт(04.02.2024)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	263 (2)	Проектор + экран Асег, комплект компьютерного оборудования (системный блок LG, монитор LG, клавиатура Genius, мышь Logitech), ЭПС «Система ГАРАНТ», 50 рабочих мест обучающихся, доска аудиторная-1 шт. Операционная система Microsoft Windows * (XP) Офисный пакет Microsoft Office** (2000,2010)
Лабораторные занятия	241 (2)	Учебная лаборатория биотехнологии и аналитических исследований Материально-техническое обеспечение: 1. Аквадистиллятор – 1 шт. 2. Анализатор молока – 2 шт. 3. Аппарат сушильный – 1 шт. 4. Аппарат ультразвуковой погружной – 1 шт. 5. Анализатор влажности – 1 шт. 6. Весы 1 класса точности – 1 шт. 7. Весы электронные лабораторные – 1 шт. 8. Весы до 15 кг – 1 шт. 9. Водяная баня – 1 шт. 10. Диафоноскоп – 1 шт. 11. Измеритель деформации клейковины – 1 шт. 12. Двухкамерный микропроцессорный иономер – 1 шт. 13. Люминоскоп – 1шт. 14. Микроскоп бинокулярный – 2 шт. 15. Микроскоп монокулярный – 4 шт. 16. Плита электрическая – 1 шт. 17. Поляриметр – 2 шт. 18. Принтер лазерный – 1 шт. 19. Рефрактометр – 1 шт. 20. рН-метр – 1 шт. 21. Сканер – 1 шт. 22. Стерилизатор – 1 шт. 23. Телефон стационарный – 1 шт. 24. Термостат воздушный – 1 шт. 25. Фотоколориметр – 1 шт. 26. Холодильник – 1 шт. 27. Центрифуга – 1 шт. 28. Шкаф вытяжной – 1 шт. 29. Шкаф сухожаровой – 1 шт. 30. Шкаф сушильный зерновой – 1 шт. 31. Штативы для титрования – 6 шт. 32. Монитор – 3 шт. 33. Клавиатура – 3 шт. 34. Мышь компьютерная – 3 шт. 35. Системный блок – 3 шт. 36. Копировальный аппарат – 1 шт.

