МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики

УТВЕРЖДАЮ
Декан биолого-почвенного факультета
А. Н. Матвеев
«24» 03 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.1.5 Элективный модуль «Биохимия»

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.5.1 **«Генетически модифицированные организмы»**

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета
Протокол № 5 от «24» 03 2025 г.
Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:
Протокол № 8
От «06» 03 2025 г.
Зав. кафедрой С. В. Осипова

Иркутск 2025 г.

Содержание

стр.

I. Цель и задачи дисциплины …… 3

II. Место дисциплины в структуре ОПОП …… 3

III. Требования к результатам освоения дисциплины ……. 3

IV. Содержание и структура дисциплины ……. 5

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов …… 5

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине …… 7

4.3 Содержание учебного материала …… 11

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ …….. 13

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов ……... 14

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов ……. 15

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) …… 16

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ……. 16

а) перечень литературы …….. 16

б) периодические издания ……. 17

в) список авторских методических разработок …….. 17

г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы……. 17

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины …… 18

6.1. Учебно-лабораторное оборудование …….. 18

6.2. Программное обеспечение …… 18

6.3. Технические и электронные средства обучения …… 18

VII. Образовательные технологии …… 19

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации …….. 20

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: изучение теоретических основ генетической инженерии и создания трансгенных организмов, получение представлений о современных достижениях технологий рекомбинантных ДНК для решения фундаментальных проблем и прикладных задач современного общества, освещение этических проблем и вопросов биологической безопасности, связанных с данным направлением исследований и практическим использованием генетически модифицированных организмов (ГМО).

Задачи:

1. изучение теоретических основ технологий рекомбинантных ДНК, используемых для создания ГМО, особенностей создания трансгенных микроорганизмов, растений, животных, технологии редактирования геномов организмов;
2. знакомство с приоритетными направлениями исследований в данной области, практическим применением трансгенных организмов и организмов с редактированным геномом в сельском хозяйстве, растениеводстве, биотехнологии, для фундаментальных биологических исследований;
3. изучение проблем практического применения трансгенных организмов и организмов с отредактированным геномом, в первую очередь растений, в сельском хозяйстве и других отраслях человеческой деятельности, и связанных с этим экологических проблем;
4. рассмотрение этических проблем, возникающих при использовании трансгенных организмов в разных сферах человеческой деятельности, для производства продуктов питания, биофармацевтиков, а также связанных с возможностью редактирования геномов, клонированием организмов, изучением возможностей генной терапии наследственных заболеваний;
5. формирование у студентов способности к самостоятельному многостороннему анализу последствий практического использования ГМО.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.5.1 «Генетически модифицированные организмы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Общая биология», «Цитология», «Биохимия», «Молекулярная биология», «Генетика», «Микробиология и вирусология», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Биохимия растений».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология», «Биоэтика», «Биосистемы и загрязнения», «Биотехнология растений» и других дисциплин элективного модуля «Биохимия».

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология», элективному модулю «Биохимия»:

ПК-1: Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой

.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой	*ИДК* $_{ПК\ 1.1}$ Использует знания о разнообразии организмов, их строении, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, экологии, а также их биотехнологическом потенциале для решения профильных научно-исследовательских и производственных задач	*Знать:* принципы, лежащие в основе создания рек. ДНК, молекулярно-биологические методы и подходы, применяемые в генетической инженерии на разных этапах клонирования генов и создания трансгенных организмов, основные достижения ДНК-технологии и современные направления развития генетической инженерии, проблемы биологической безопасности внедрения генно-инженерных технологий в сельское хозяйство и животноводство. *Уметь:* использовать полученные знания для формирования суждения по вопросам биобезопасности продуктов генно-инженерной деятельности, в связи с этим обсуждать экологические и этические проблемы человечества и возможные пути их решения с помощью биоинженерии, вести поиск научной литературы по изучаемой проблеме и ее анализировать, грамотно излагать теоретический материал и вести дискуссию. *Владеть:* специальной терминологией, знаниями в области генной инженерии, пониманием методических подходов технологии рекомбинантных ДНК для создания ГМО с целью решению фундаментальных и прикладных задач различных направлений человеческой деятельности, умением применять знания в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.
Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 16 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	**Раздел 1. ГМО: основные сведения.** Тема 1.1. Введение. Тема 1.2. История развития генетической инженерии.	6	9		4	1	-	4	Устный опрос Доклад КСР
2	**Раздел 2. Организация генетического материала в живых организмах.** Тема 2.1. Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот. Тема 2.2. Методы изучения структуры и функций генов.	6	5		-	1	-	4	Устный опрос Доклад КСР

3	**Раздел 3. Технология рекомбинантных ДНК.** Тема 3.1. Общая схема создания рек. ДНК. Тема 3.2. Плазмидные и другие типы векторов. Тема 3.3. Введение молекул ДНК в клетки. Тема 3.4. Создание и скрининг библиотек генов. Тема 3.5. Клонирование фрагментов генома в бактериофаге λ. Тема 3.6. Геномное редактирование с помощью технологии CRISPR-Cas.	6	18		6	4	-	8	Устный опрос Доклад КСР
4	**Раздел 4. Генетическая инженерия микроорганизмов.** Тема 4.1. Перенос генов в бактерии. Тема 4.2. Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов.	6	6		2	2	-	2	Устный опрос Доклад КСР
5	**Раздел 5. Генная инженерия растений.** Тема 5.1. Создание трансгенных растений. Тема 5.2. Основные направления создания трансгенных форм растений.	6	8		2	2	-	4	Устный опрос Доклад КСР
6	**Раздел 6. Трансгенные животные.** Тема 6.1. Методы создания трансгенных животных. Тема 6.2. Успехи генетической инженерии животных.	6	6		2	2	-	2	Устный опрос Доклад КСР
7	**Раздел 7. ГМО и биологическая безопасность.** Тема 7.1. Различные виды рисков, связанные с генно-инженерными продуктами производства. Тема 7.2. Законодательная база,	6	12		-	4	-	8	Устный опрос Доклад КСР

	регламентирующая генно-инженерную деятельность в США, странах Европы, Азии и Африки, Российской Федерации.								

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	**Раздел 1. ГМО: основные сведения.** Тема 1.1. Введение. Тема 1.2. История развития генетической инженерии.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение материала по вопросу: «Русские ученые, внесшие вклад в изучение ДНК». Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	1-2	4	Устный опрос Доклад КСР	V а) 1 (1) V а) 2 (1, 7)
6	**Раздел 2. Организация генетического материала в живых организмах.** Тема 2.1. Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот. Тема 2.2. Методы изучения структуры и функций генов.	Подготовка к практическому занятию с использованием рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот», «Методы изучения структуры и функций генов». Подготовка доклада и презентации по теме «Методы идентификации ГМО».	3	4	Устный опрос Доклад КСР	V а) 1 (2-3) V а) 2 (3-6)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	**Раздел 3. Технология рек. ДНК.** Тема 3.1. Общая схема создания рек. ДНК. Тема 3.2. Плазмидные и другие типы векторов. Тема 3.3. Введение молекул ДНК в клетки. Тема 3.4. Создание и скрининг библиотек генов. Тема 3.5. Клонирование фрагментов генома в бактериофаге λ. Тема 3.6. Геномное редактирование с помощью технологии CRISPR-Cas.	Подготовка к практическим занятиям с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка доклада и презентации по теме «Достижения геномной инженерии. Генная терапия».	4-7	8	Устный опрос Доклад КСР	V а) 1 (1) V а) 2 (4-7)
6	**Раздел 4. Генетическая инженерия микроорганизмов.** Тема 4.1. Перенос генов в бактерии. Тема 4.2. Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка доклада и презентации по теме «Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов».	8	2	Устный опрос Доклад КСР	V а) 1 (4) V а) 2 (1, 7)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	**Раздел 5. Генная инженерия растений.** Тема 5.1. Создание трансгенных растений. Тема 5.2. Основные направления создания трансгенных форм растений.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов и презентаций по темам: Трансгенные растения с измененным химическим составом и структурой молекул. Изменение пищевой ценности растений. ГМО для улучшения сохранности и качества плодов и овощей. Изменение окраски цветков. Трансгенные культуры: соя, рис, кукуруза, рапс, растения семейства Пасленовые. Трансгенные организмы для решения энергетических и экологических проблем. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Синтия. Фиторемедиация. Устойчивость трансгенных растений к насекомым-вредителям. Повышение эффективности процесса фотосинтеза путем генетических модификаций. Генно-инженерный подход к решению проблемы усвоения азота. Биофарминг. Съедобные вакцины на основе трансгенных растений.	9-11	4	Устный опрос Доклады КСР	V а) 1 (1-2) V а) 2 (4-8)
6	**Раздел 6. Трансгенные животные.** Тема 6.1. Методы создания трансгенных животных. Тема 6.2. Успехи генетической инженерии животных.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка доклада и презентации по теме «Успехи генетической инженерии животных».	12	2	Устный опрос Доклад КСР	V а) 1 (4) V а) 2 (1, 7)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	**Раздел 7. ГМО и биологическая безопасность.** Тема 7.1. Различные виды рисков, связанные с генно-инженерными продуктами производства. Тема 7.2. Законодательная база, регламентирующая генно-инженерную деятельность в США, странах Европы, Азии и Африки, РФ.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов и презентаций по темам: Потенциальные риски, связанные с использованием ГМО в сельском хозяйстве. ГМО и риски для здоровья. Экологические риски, связанные с ГМО. Проблемы биологического разнообразия. ГМО и социально-экономические риски.	13-16	8	Устный опрос Доклад КСР	V а) 1 (4) V а) 2 (1-8)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – **11**						
Из них объем самостоятельной работы **с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 4**						

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Генетически модифицированные организмы: основные сведения.

Тема 1.1. Введение. Основные термины и понятия. Цели и задачи. Перспективы. Ажиотаж вокруг генетической инженерии. Общественное мнение относительно использование МО. Значение технологии рекомбинантных ДНК.

Тема 1.2. История развития генетической инженерии. Основные вехи исследования структуры и функций ДНК. Роль советских учёных в изучении биологии нуклеиновых кислот. Первые рекомбинантные молекулы ДНК. Развитие методов генетической инженерии.

Раздел 2. Организация генетического материала в живых организмах.

Тема 2.1. Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот. Строение и функции нуклеиновых кислот. Уровни организации. Структура генов прокариот и эукариот. Регуляция экспрессии генов бактерий и эукариот. Геномы клеточных органелл: хлоропласты и митохондрии.

Тема 2.2. Методы изучения структуры и функций генов. Полимеразная цепная реакция. Секвенирование нуклеиновых кислот. Биоинформатика. Секвенирование геномов организмов. Геномика. Разделение электрофорезом гигантских молекул ДНК. Искусственный синтез ДНК.

Раздел 3. Технология рекомбинантных ДНК.

Тема 3.1. Общая схема создания рекомбинантных ДНК. Векторы для молекулярного клонирования. Требования, предъявляемые к вектору. Типы векторов: клонирующие, экспрессирующие, секретирующие, интегративные, челночные. Клонирующая емкость векторов.

Тема 3.2. Плазмидные и другие типы векторов. Маркерные последовательности. Гены устойчивости к антибиотикам. *F*-плазмиды, *R*-плазмиды, плазмиды деградации, криптические плазмиды. Плазмиды со строгим контролем репликации. Мультикопийные плазмиды. Группы несовместимости. Плазмиды с узким и широким спектром хозяев. Плазмидный вектор *pBR322*. Клонирование генов в *lacZ* из *lac*-оперона *E.coli*. Векторы на основе фагов. Фазмиды, фагмиды и др. типы.

Тема 3.3. Введение молекул ДНК в клетки. Пермиссивные клетки. Трансформация. Трансфекция. *К*омпетентность физиологическая и индуцированная. Биологическое значение природной компетентности. Усиление компетентности *B. subtilis*. Индукция компетентности у *E. coli*. *Ф*ерментативный гидролиз клеточных стенок, протопласт, сферопласт. Биологические, химические, физические и механические.

Тема 3.4. Создание и скрининг библиотек генов. Библиотека генов – набор фрагментов ДНК, в котором представлены все гены организма. Создание библиотеки генов для про- и эукариот. Выделение мРНК. Синтез кДНК на мРНК. Синтез двухцепочечной ДНК. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка.

3.5. Клонирование фрагментов генома в бактериофаге λ. Литический и лизогенный путь развития фагов. Космиды. Фазмиды. «Прогулка по хромосоме». Клонирование ДНК в фаге M13.

Тема 3.6. Геномное редактирование с помощью технологии CRISPR-Cas. Открытие механизма антивирусной защиты у бактерий. Использование системы CRISPR-Cas для коррекции геномов других организмов.

Раздел 4. Генетическая инженерия микроорганизмов.

Тема 4.1. Перенос генов в бактерии. Генетическая трансформация прокариот. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Экспрессия генов при

участии сильных регулируемых промоторов. Химерные белки. Экспрессирующие векторы. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина. Повышение эффективности секреции. Метаболическая перегрузка.

Тема 4.2. Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов. Целевые гены, используемые для трансформации. Молекулярная диагностика. Микробиологическое производство лекарственных средств. Интерфероны, интерлейкины. Ферменты. Вакцины. Недостатки традиционно применяемых вакцин. Вакцины, созданные на основе технологии рекомбинантной ДНК. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Бактерии, стимулирующие рост растений. Микробные инсектициды. Промышленный синтез белков при участии рекомбинантных микроорганизмов. Генная инженерия белков. Трансформация клеток дрожжей и их применение.

Раздел 5. Генная инженерия растений.

Тема 5.1. Создание трансгенных растений. Трансформация растений *Ti*-плазмидой из *Agrobacterium tumefaciens*. Векторные системы на основе *Ti*-плазмид. Векторы на основе ДНК-содержащих вирусов растений. Методы прямого переноса генов в растения. Метод биологической баллистики. Транспластомные растения. Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК. Вариабельность размера генома хлоропластов и ее причины. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов GUN-1,2,5 и РДФ-карбоксилазы). Гены Rubisco. Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов. Применение репортерных генов при трансформации клеток растений. Экспрессия чужеродных генов в растениях. Промоторы. Введение чужеродных генов в хлоропластную и митохондриальную ДНК. Доставка чужеродных генов с помощью вирусов. Получение трансгенных растений, не содержащих маркерных генов. Использование CRISPR-технологии для улучшения свойств сельскохозяйственных растений.

Тема 5.2. Основные направления создания трансгенных форм растений. Устойчивость растений к фитопатогенам. Устойчивость растений к насекомым-вредителям. Получение растений, противостоящих неблагоприятным воздействиям и старению. Изменение пищевой ценности растений (аминокислоты, липиды). Съедобные вакцины на основе трансгенных растений. Повышение эффективности процесса фотосинтеза. Генно-инженерный подход к решению проблемы усвоения азота. Изменение окраски цветков, вкуса и внешнего вида плодов. Изменение окраски древесины. Растения как биореакторы. Создание трансгенных растений для фиторемедиации.

Раздел 6. Трансгенные животные.

Тема 6.1. Методы создания трансгенных животных.

Позвоночные животные как модельный объект в генетике (грызуны и рыбы). Этические аспекты использования в экспериментах. Генетические ресурсы животных.

Микроинъекции. Доставка чужеродных генов путем вирусной инфекции. Эмбриональные стволовые клетки. Преимущество их использования. Клонирование животных.

Тема 6.2. Успехи генетической инженерии животных. Трансгенные мыши как модельный объект для трансформации. Нокаутные организмы. Использование генной инженерии в животноводстве. Биофарминг. Крупный рогатый скот. Овцы, козы свиньи. Птицы. Рыбы. Геномное редактирование у животных. Животные модели в генетических исследованиях в области биологии развития и нейробиологии. Трансгенные животные на службе у медицины.

Раздел 7. ГМО и биологическая безопасность.

Тема 7.1. Различные виды рисков, связанные с генно-инженерными продуктами производства. Генетически модифицированные пищевые растения. Безопасность использования продуктов питания, получаемых из ГМО. Опыты А. Пуштаи с трансгенными растениями картофеля и эксперименты И. Ермаковой с трансгенной соей, их анализ. Судьба ДНК в пищеварительном тракте человека и животных. Экологические риски, связанные с практическим использованием трансгенных растений. Выход трансгенных организмов в окружающую среду. Опыление и пути решения этой проблемы. Экономические и другие виды рисков.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	**Раздел 1**	История развития генетической инженерии.	**1**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*
2	**Раздел 2**	Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот. Методы изучения структуры и функций генов.	**1**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*
3	**Раздел 3**	Общая схема создания рек. ДНК. Векторы для переноса генов. Введение молекул ДНК в клетки. Создание и скрининг библиотек генов. Геномное редактирование с помощью технологии CRISPR-Cas.	**4**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*
4	**Раздел 4.**	Перенос генов в бактерии. Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов.	**2**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*
5	**Раздел 5.**	Создание трансгенных растений. Основные направления создания трансгенных форм растений.	**2**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*

6	**Раздел 6.**	Методы создания трансгенных животных. Успехи генетической инженерии животных.	**2**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*
7	**Раздел 7.**	Различные виды рисков, связанные с генно-инженерными продуктами производства. Законодательная база, регламентирующая генно-инженерную деятельность в США, странах Европы, Азии и Африки, РФ.	**4**		Устный опрос Доклад КСР	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1*

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1.1. Введение. Тема 1.2. История развития генетической инженерии.	Изучить теоретический материал по вопросу: «Русские ученые, внесшие вклад в изучение ДНК».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*
2.	Тема 2.1. Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот. Тема 2.2. Методы изучения структуры и функций генов.	Повторить теоретический материал по вопросам: «Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот», «Методы изучения структуры и функций генов». Изучить теоретический материал по вопросу: «Методы идентификации ГМО».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*
3.	Тема 3.6. Геномное редактирование с помощью технологии CRISPR-Cas.	Изучить теоретический материал по вопросу: «Достижения геномной инженерии. Генная терапия».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*
	Тема 4.2. Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов.	Изучить теоретический материал по вопросу: «Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*
	Тема 5.2. Основные направления создания трансгенных форм растений.	Изучить теоретический материал по вопросам: Трансгенные растения с измененным химическим составом и структурой молекул. Изменение пищевой ценности растений. ГМО для улучшения сохранности и качества плодов и овощей. Изменение окраски цветков.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*

		Трансгенные культуры: соя, рис, кукуруза, рапс, растения семейства Пасленовые. Трансгенные организмы для решения энергетических и экологических проблем. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Синтия. Фиторемедиация. Устойчивость трансгенных растений к насекомым-вредителям. Повышение эффективности процесса фотосинтеза путем генетических модификаций. Генно-инженерный подход к решению проблемы усвоения азота. Биофарминг. Съедобные вакцины на основе трансгенных растений.		
	Тема 6.2. Успехи генетической инженерии животных.	Изучить теоретический материал по вопросу: «Успехи генетической инженерии животных».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*
	Тема 7.1. Различные виды рисков, связанные с генно-инженерными продуктами производства. Тема 7.2. Законодательная база, регламентирующая генно-инженерную деятельность в США, странах Европы, Азии и Африки, РФ.	Изучить теоретический материал по вопросам: Потенциальные риски, связанные с использованием ГМО в сельском хозяйстве. ГМО и риски для здоровья. Экологические риски, связанные с ГМО. Проблемы биологического разнообразия. ГМО и социально-экономические риски.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1*

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Генетически модифицированные организмы» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (ответы на вопросы и т.д.).
- Подготовка докладов и презентаций.
- Подготовка к зачету.

Письменные работы. Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при

помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1.Основная литература

1. Генетика с основами селекции [Текст]: учеб. для студ. вузов / С.Г. Инге-Вечтомов. - 2-е изд. - СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. - 718 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 686-696. - ISBN 978-5-94869-105-3. (44 экз.).

2. Биохимия [Текст] : учебник / В. П. Комов, В. Н. Шведова. - 3-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2008. - 639 с. ; 24 см. - (Высшее образование: Современный учебник). - Предм. указ.: с. 620-630. – ISBN 978-5-358-04872-0. (50 экз.).

3. Биохимия [Электронный ресурс]: учеб. для академ. бакалавриата: для студ. вузов, обуч. по направл. 655500 "Биотехнология" / В. П. Комов. - 4-е изд., испр. и доп. - ЭВК. - М. : Юрайт, 2014. - 640 с. - (Бакалавр. Академический курс). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-3929-3.

4. Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) [Текст]: учеб. пособие / В.И. Чемерилова; рец.: Ю.М.

Константинов, Н.Л. Белькова; Иркутский гос. ун-т, Биолог.-почв. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 238 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1217-7. (58 экз.).

2.Дополнительная литература

1. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике [Текст]: учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / Н.Л. Белькова ; рец.: С.М. Попкова, Ю.М. Константинов ; Иркут. гос. ун-т, Биол.-почв. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-0956-6. Ч. 2 : Нуклеиновые кислоты. - 2014. - 155 с. : ил. - ISBN 978-5-9624-1184-2. (39 экз.).
2. Молекулярная биология [Текст] : учеб. для студ. вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 398 с. : ил. ; 21 см. - (Высшее профессиональное образование : педагогические специальности). - Библиогр.: с. 393-395. - ISBN 5-7695-1965-7. (58 экз.).
3. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Текст] : научное издание / ред.: Вл. В. Кузнецов, В. В. Кузнецов, Г. А. Романова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011,2012 - 487 с. : ил. ; 24 см. - (Методы в биологии). - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-9963-0738-8. (5 экз.).
4. Нуклеиновые кислоты. От А до Я [Текст] : научное издание / Б. Аппель [и др.] ; ред. С. Мюллер ; пер. с англ.: А. А. Синюшина, Ю. В. Киселёвой. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 413 с. : ил., [4] вкл. л. ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 409-412. - Пер. изд. : Nucleic acids from A to Z : A Concise Encyclopedia. - 2008. - ISBN 978-5-9963-0376-2. (2 экз.).
5. Основы лабораторной работы с нуклеиновыми кислотами [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Рекославская, Р. К. Саляев ; рец.: В. П. Саловарова, Л. А. Ломоватская ; Иркут. гос. ун-т, СО РАН, Иркут. науч. центр, Сиб. ин-т физиологии и биохимии растений. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 186 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 184-186. – ISBN 978-5-9624-0642-8. (44 экз.).+
6. Молекулярная биотехнология [Текст] : принципы и применение / Б. Глик, Джек Пастернак ; Пер.с англ.Н.В.Баскаковой и др.;Под ред.Н.К.Янковского. - М. : Мир, 2002. - 589 с. : ил. ; 27 см. - Библиогр.в конце гл. - ISBN 5-03-003328-9. (2 экз.).

б) периодические издания.

в) список авторских методических разработок.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная Электронная Библиотека http://www.e-library.ru
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (http://window.edu.ru)
3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: https://www.biblio-online.ru/
4. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: http://www.academia-moscow.ru
5. http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html
6. http://www.medbook.net.ru/010512.shtml
7. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
8. http://tusearch.blogspot.com - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 25 посадочных мест; техническими средствами обучения: проектор Epson EB-X03, доска маркерная; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по темам программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 10 посадочных мест; доской меловой; техническими средствами обучения: проектор BenQ MS521P учебно-наглядными пособиями: презентации по темам программы.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория оборудована специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: системный блок PentiumG850, монитор BenQ G252HDA-1 шт.; системный блок Athlon 2 X2 250, монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; системный блок PentiumD 3.0GHz, монитор Samsung 740N – 3 шт.; моноблок IRU T2105P – 2 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQG955 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T190N – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung 740N – 1 шт.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована специализированной мебелью на 3 посадочных места; ноутбук Lenovo П580, проектор BenQ MS521P.

6.2. Программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;
Foxit PDF Reader 8.0;
LibreOffice 5.2.2.2;
Ubuntu 14.0;
АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Генетически модифицированные организмы» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция*. Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация*. Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые на только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция*. В отличие от содержания информационной лекции, которое

предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа*. Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование*. Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Генетически модифицированные организмы» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием докладов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Экология микроорганизмов» используются следующие технологии:

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
Итого часов				

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется собеседование. В процессе собеседования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Генетически модифицированные организмы», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Генетически модифицированные организмы» используются

следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- доклад с презентацией и контрольными вопросами к аудитории;
- контроль самостоятельной работы
- участие в дискуссии по предложенному к обсуждению перечню вопросов.

Фонд оценочных средств включает:

- тематика и материалы заданий,
- перечень тем докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы для зачёта,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III).

Темы докладов

1. Русские ученые, внесшие вклад в изучение ДНК (Н.И. Вавилов, Н.К. Кольцов, Г.А. Надсон, А.С. Серебровский, С.С. Четвериков, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Ф.Г. Добржанский и др.). Фильмы, художественные произведения об учёных, по истории генетики в нашей стране.
2. Потенциальные риски, связанные с использованием ГМО в сельском хозяйстве.
3. ГМО и риски для здоровья. Безопасность использования продуктов питания, получаемых из ГМО. Судьба белков и ДНК в пищеварительном тракте человека и животных. Эксперименты Дерфлинг.
4. Опыты А. Пуштаи с трансгенными растениями картофеля, их анализ. Эксперименты И. Ермаковой с трансгенной соей. Критика.
5. Ж.-Э. Сералини по изучению долговременного токсического эффекта гербицида Roundup и Roundup-толерантной генетически модифицированной кукурузы. Анализ. Другие учёные, изучающие воздействие ГМ-компонентов питания на здоровье человека и животных.
6. Экологические риски, связанные с ГМО. Проблемы биологического разнообразия.
7. ГМО и социально-экономические риски.
8. Методы идентификации ГМО.
9. Проблема биобезопасности ГМО и продуктов питания из них в США. Законодательная база, регламентирующая генно-инженерную деятельность. Основные производители ГМ- сырья.
10. Законодательная база, регламентирующая генно-инженерную деятельность в странах Европы, Азии и Африки.
11. Российская законодательная база по биобезопасности ГМО и ее реализация.
12. Трансгенные растения с измененным химическим составом и структурой молекул. Изменение пищевой ценности растений (аминокислоты, белки, липиды, сахара).
13. ГМО для улучшения сохранности и качества плодов и овощей. Изменение окраски цветков.
14. Королева трансгенных полей - соя.
15. ГМ рис. Модель решения проблемы питания.
16. Трансгенная кукуруза.
17. Трансгенный рапс.
18. Генетически модифицированные культуры семейства Пасленовые (картофель, томаты и др.).
19. Трансгенные организмы для решения энергетических и экологических проблем. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Синтия. Фиторемедиация.
20. Устойчивость трансгенных растений к насекомым-вредителям.

21. Повышение эффективности процесса фотосинтеза путем генетических модификаций. Генно-инженерный подход к решению проблемы усвоения азота.

22. Биофарминг. Съедобные вакцины на основе трансгенных растений.

23. Успехи генетической инженерии животных. Нокаутные организмы. Использование генной инженерии в животноводстве. Животные модели в генетических исследованиях в области биологии развития и нейробиологии. Трансгенные животные на службе у медицины. Крупный рогатый скот. Овцы, козы свиньи. Птицы. Рыбы. Геномное редактирование у животных.

24. Достижения геномной инженерии. Генная терапия.

25. Биофарминг. Вакцины против COVID-19.

26.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачёта.

Форма промежуточной аттестации - ***зачёт***.

Примерный список вопросов к зачёту

1. Основные термины и понятия генетической инженерии. Цели и задачи. Перспективы. Ажиотаж вокруг генетической инженерии. Значение генетической инженерии.
2. История развития генетической инженерии.
3. Структура генов, организация геномов прокариот и эукариот.
4. «Методы изучения структуры и функций генов.
5. Методы идентификации ГМО.
6. Общая схема создания рекомбинантных ДНК. Векторы для молекулярного клонирования. Требования, предъявляемые к вектору. Типы векторов: клонирующие, экспрессирующие, секретирующие, интегративные, челночные. Клонирующая емкость вектора.
7. Плазмидные векторы. Маркерные последовательности. Гены устойчивости к антибиотикам. *F*-плазмиды, *R*-плазмиды, плазмиды деградации, криптические плазмиды. Плазмиды со строгим контролем репликации. Мультикопийные плазмиды. Группы несовместимости. Плазмиды с узким и широким спектром хозяев. Плазмидный вектор *pBR322*. Клонирование генов в *lacZ* из *lac*-оперона *E.coli*.
8. Введение молекул ДНК в клетки. Пермиссивные клетки. Трансформация. Трансфекция. *К*омпетентность физиологическая и индуцированная. Биологическое значение природной компетентности. Усиление компетентности *B. subtilis.*
9. Индукция компетентности у *E. coli. Ф*ерментативный гидролиз клеточных стенок, протопласт, сферопласт. Биологические, химические, физические и механические способы введения ДНК в клетки.
10. Создание библиотек генов про- и эукариот. Выделение мРНК. Синтез двухцепочечной кДНК на мРНК.
11. Скрининг библиотек генов. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка.
12. Клонирование фрагментов генома в бактериофаге λ. Литический и лизогенный путь развития фагов. Космиды. Фазмиды. «Прогулка по хромосоме». Клонирование ДНК в фаге М13.
13. Генетическая трансформация прокариот. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Сильные регулируемые промоторы. Используемые терминаторы. Химерные белки. Экспрессирующие векторы. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина.
14. Повышение эффективности секреции. Метаболическая перегрузка. Биотехнологическое применение генетически модифицированных микроорганизмов. Целевые гены, используемые для трансформации.

15. Молекулярная диагностика. Микробиологическое производство лекарственных средств. Интерфероны, интерлейкины. Ферменты. Вакцины. Недостатки традиционно применяемых вакцин. Вакцины, созданные на основе технологии рекомбинантной ДНК.
16. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Бактерии, стимулирующие рост растений. Микробные инсектициды.
17. Промышленный синтез белков при участии рекомбинантных микроорганизмов. Генная инженерия белков. Трансформация клеток дрожжей и их применение.
18. Получение трансгенных растений. Трансформация растений Ti-плазмидой из *Agrobacterium tumefaciens*. Векторные системы на основе *Ti*-плазмид.
19. Векторы на основе ДНК-содержащих вирусов растений. Методы прямого переноса генов в растения. Метод биологической баллистики. Транспластомные растения. Применение репортерных генов при трансформации клеток растений.
20. Экспрессия чужеродных генов в растениях. Промоторы. Введение чужеродных генов в хлоропластную ДНК. Получение трансгенных растений, не содержащих маркерных генов.
21. Устойчивость растений к фитопатогенам. Устойчивость растений к насекомым-вредителям. Получение растений, противостоящих неблагоприятным воздействиям и старению. Изменение пищевой ценности растений (аминокислоты, липиды).
22. Съедобные вакцины. Повышение эффективности процесса фотосинтеза. Генно-инженерный подход к решению проблемы усвоения азота. Изменение окраски цветков, вкуса и внешнего вида плодов. Растения как биореакторы.
23. Методы создания трансгенных животных. Микроинъекции. Доставка чужеродных генов путем вирусной инфекции. Эмбриональные стволовые клетки. Преимущество их использования. Нокаутные организмы.
24. Трансгенные мыши: применение. Использование генной инженерии в животноводстве. Крупный рогатый скот. Овцы, козы свиньи. Птицы. Рыбы.
25. Контроль экспериментов, проводимых с рекомбинантными ДНК. Генетически модифицированные пищевые растения. Научные данные, в которых проведен анализ воздействия ГМО на организм животных.
26. Безопасность использования продуктов питания, получаемых из ГМО. Пищевые риски. Судьба ДНК в пищеварительном тракте человека и животных.
27. Методы создания трансгенных животных. Клонирование животных. Нокаутные организмы.
28. Успехи генетической инженерии животных. Позвоночные животные как модельный объект в генетике (грызуны и рыбы). Этические аспекты использования в экспериментах. Генетические ресурсы животных.
29. Различные виды рисков, связанные с генно-инженерными продуктами производства: экологические, социально экономические и др. Выход трансгенных организмов в окружающую среду. Опыление и пути решения этой проблемы.
30. Законодательная база, регламентирующая генно-инженерную деятельность в США, Европе, странах Азии и Африки, в РФ.
31. Технология геномного редактирования. Современные достижения.
32. ДНК-технологии в медицине. Генная терапия как подход к лечению наследственных заболеваний. Этические проблемы клонирования человека.

Разработчики:

(подпись) доцент А. В. Третьякова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология» и элективному модулю «Биохимия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики

(наименование)

«06» 03 2025 г.

Протокол № 8 Зав. кафедрой _____

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.