

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии
Высшая школа биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Генетически модифицированные микроорганизмы

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Исхакова З.И. (кафедра генетики, Центр биологии и педагогического образования), ZalIshakova@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|---|
| ОПК-2 | Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания; |
| ПК-2 | Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области биологии и биомедицины |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- молекулярные основы генетики микроорганизмов;
- принципы, лежащие в основе создания рекомбinantных ДНК;
- молекулярно-биологические методы и подходы, применяемые в генетической инженерии на разных этапах клонирования генов и создания трансгенных организмов;
- современные методы получения и использования генетически модифицированных микроорганизмов;
- возможности, ограничения и проблемы биологической безопасности внедрения генно-инженерных технологий микроорганизмов;
- основные достижения ДНК-технологии и современные направления развития

Должен уметь:

- подбирать возможные пути генетической модификации организма для решения конкретной научной или прикладной задачи
- оценивать риски, преимущества и недостатки использования генетически модифицированных микроорганизмов в научных и практических целях
- использовать полученные знания для формирования суждения по вопросам биобезопасности продуктов генно-инженерной деятельности,
- обсуждать экологические и этические проблемы, связанные с биоинженерией;
- грамотно излагать теоретический материал и вести научную дискуссию.

Должен владеть:

- современными экспериментальными методами молекулярной биологии для получения ГММ
- методами работы с генетически модифицированными организмами в полевых и лабораторных условиях
- принципами моделирования генетических процессов *in silico* и конструирования генетических конструкций
- специальной терминологией, знаниями в области генной инженерии микроорганизмов,

Должен демонстрировать способность и готовность:

- осуществлять поиск новой информации по дисциплине,
- анализировать, оценивать и применять полученные знания в профессиональной деятельности,
- применять разнообразные методические подходы к решению фундаментальных и прикладных задач технологий рекомбinantных ДНК и обладать умением их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (Биология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 12 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Се- местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | | Само- стоя- тель- ная ра- бота |
|-----|---|--------------|--|--------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----|---|
| | | | Лекции всего | Лекции в эл. форме | Практи- ческие занятия, всего | Практи- ческие в эл. форме | Лабора- торные работы, всего | Лабора- торные в эл. форме | | |
| 1. | Тема 1. Технологии рекомбинантной ДНК. | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 | |
| 2. | Тема 2. Векторные молекулы ДНК | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 6 | |
| 3. | Тема 3. Генетическая модификация растений и животных | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 | |
| 4. | Тема 4. Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ) | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 | |
| 5. | Тема 5. Дрожжевые экспрессионные системы | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 10 | |
| 6. | Тема 6. Системы экспрессии на основе эукариот | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 10 | |
| 7. | Тема 7. Направления прикладного использования генетически модифицированных микроорганизмов. | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 8. | Тема 8. Генетическая модификация прокариот и микромицетов | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 9. | Тема 9. Метаболитическая инженерия с помощью генетических модификаций микроорганизмов | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 10. | Тема 10. Вопросы биобезопасности | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| | Итого | | 20 | 0 | 10 | 0 | 12 | 0 | 66 | |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Технологии рекомбинантной ДНК.

Определение генетической модификации. Терминологический аппарат. Естественные факторы генетической модификации. Подходы и методы для получения рекомбинантной ДНК и манипуляций с ней. Целевые гены, используемые для трансформации. Кассета экспрессии чужеродных генов. Молекулярная диагностика. Клонирование генов. История молекулярного клонирования. Молекулярно-биологические свойства систем экспрессии, влияющие на эффективность экспрессии клонированных генов и выход конечного продукта. Идентификация и отбор ГМ-клеток и организмов.

Тема 2. Векторные молекулы ДНК

Структурные элементы вектора для молекулярного клонирования. Требования, предъявляемые к вектору. Методы непрямого переноса ДНК: использование вирусов и агробактерий. Типы векторов: клонирующие, экспрессирующие, секретирующие, интегративные, членочные. Клонирующая емкость вектора. Возможности использования вирусов растений для создания векторных систем. Векторы на основе ДНК-содержащих вирусов растений.

Тема 3. Генетическая модификация растений и животных

Подходы к генетической модификации растений. Спонтанные рекомбинационные процессы в ядерных геномах высших организмов. Ферменты. Феномен генетической колонизации растений бактериями рода *Agrobacterium*. Природно-трансгенные виды растений. Молекулярные механизмы, обеспечивающие перенос Т-ДНК из бактериальных клеток в растительные. Векторы на основе Ti-плазмиды агробактерий. Принцип работы, молекулярные механизмы. Ограничения использования Ti-плазмиды. Современные модификации - двухвекторная система. Бинарные клонирующие векторы, космиды, фазмиды. "Прогулка по хромосоме". Методы физического переноса генов. Подходы к генетической модификации животных. Клонирование животных путем переноса ядра. Векторные системы для введения генетической информации в клетки млекопитающих на основе ретровирусов, адено-вирусов, аденоассоциированных вирусов, вируса простого герпеса, микрохромосом, искусственных хромосом дрожжей.

Тема 4. Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ)

Терминология. Особенности бактерий, способствующие их модификации. Генетическая трансформация прокариот, микромицетов, подходы, требования к векторам. Порядок и организация контроля за пищевой продукцией, полученной из/или с использованием генетически модифицированных микроорганизмов и микроорганизмов, имеющих генетически модифицированные аналоги. Микробиологическая и молекулярно-генетическая оценка ГММ и МГМА. Требования к генетически модифицированным микроорганизмам-продуцентам белков. Преимущества и недостатки бактериальных экспрессионных систем. Схема получения рекомбинантного белка в клетках *Escherichia coli*. Выбор промоторов для экспрессии гетерологичных генов. Основные производители бактериальных систем экспрессии, сконструированных на основе *E.coli*. Достоинства и недостатки экспрессионных систем на основе *Bacillus sp.*

Тема 5. Дрожжевые экспрессионные системы

Выбор дрожжевых систем для экспрессии гетерологичных генов. Промоторы генов дрожжей *S. cerevisiae*, используемые в ГМ. Принципы получения секретируемых чужеродных белков на основе *Saccharomyces cerevisiae*. Эпизомные экспрессирующие векторы на основе плазмид *Saccharomyces cerevisiae*. Преимущества и недостатки дрожжей *P. pastoris* как экспрессионной системы для рекомбинантных белков. Основные производители систем экспрессии на основе дрожжей. Интегрирующие векторы для получения трансгенных *Pichia pastoris* и *Hansenula polymorpha*. Конструирование и применение искусственных дрожжевых хромосом.

Тема 6. Системы экспрессии на основе эукариот

Системы экспрессии на основе клеток насекомых и бакуловирусов. Основные производители экспрессионных систем на основе бакуловирусов и инфицированных клеток насекомых. Системы экспрессии на основе грибов, одноклеточных растений, водорослей, ряски, зеленого мха. Растительные клеточные культуры как продуценты белковых препаратов. Системы экспрессии рекомбинантных белков на основе клеточных культур млекопитающих. Рекомбинантные белки медицинского назначения, синтезируемые микроорганизмами. Микробиологическое производство лекарственных средств.

Тема 7. Направления прикладного использования генетически модифицированных микроорганизмов.

Создание и применение ГММ для получения лекарственных средств, диагностикумов, вакцин, штаммов-суперпродуцентов для промышленности. Бактериальные системы экспрессии гетерологичных генов. Достижения в области модификации и усовершенствования штаммов микроорганизмов - продуцентов гетерологичных белков и биологически активных соединений. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов. Лекарственные и профилактические препараты на основе ГММ (цитокины ИФН- α , ИФН- β , гормоны - инсулин, соматотропин, эритропоэтин, ферменты и их ингибиторы и др.).

Тема 8. Генетическая модификация прокариот и микромицетов

Применение генномодифицированных бактерий и дрожжей в пищевой промышленности и биотехнологиях. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Деградация ксенобиотиков микроорганизмами. Методы расширения катаболических возможностей бактерий. Производство микробиологического кормового и пищевого белка. Бактерии, стимулирующие рост растений. Микробные инсектициды. Токсины, образуемые *Bacillus thuringiensis*, их классификация, свойства, особенности действия. Способы генетической модификации штаммов-продуцентов Вt-токсинов. Генная инженерия белков. Биосенсоры. Биосенсоры многократного использования. Технологии двойного назначения.

Тема 9. Метаболитическая инженерия с помощью генетических модификаций микроорганизмов

Понятие метаболической инженерии, основные стратегии и сферы применения метаболической инженерии бактерий. Перенаправление метаболических путей. Конструирование бесплазмидных безмаркерных бактериальных штаммов-продуцентов. Микроорганизмы со встроенной генетической программой самоубийства и их применение в биоремедиации. Метаболитическая инженерия на примере аминокислот (*Corynebacterium glutamicum*) Создание валин-продуцирующих штаммов на основе *C. Glutamicum*. Синтетическая биология - новое направление генной инженерии. Кинетическая модель живой минимальной клетки. Теоретически потенциальные угрозы полностью синтетических или геномноотредактированных организмов/молекул. Геномы полиовируса, бактериофага *phiX174*, *Mycoplasma genitalium* JCVI-1.0. Инструменты и подходы, используемые для создания консорциумов синтетических микробов для отдельных биотехнологических применений. Практическое использование достижений синтетической биологии (артемизинин).

Тема 10. Вопросы биобезопасности

Исследования биобезопасности ГМО-технологий и организмов. Требования GMP для производства и широкого использования микробных и дрожжевых систем экспрессии в биотехнологии. Алгоритм оценки рисков различных трансгенных организмов перед их коммерческим использованием. Основные правила управления риском, принятые в РФ и странах ЕС. Сравнение ГМО-технологий с традиционной селекцией. Биотехнологические культуры. Этические вопросы применения генномодифицированных организмов. Правовые аспекты получения, импорта и использования ГМ-организмов в США, Евросоюзе, России.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996н/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

генная инженерия бактерий - <https://habr.com/ru/post/402025/>

фундаментальные основы биотехнологии - <https://www.fbras.ru/bioinzheneriya-geneticheskaya-inzheneri.html>

Электронная библиотечная система "Университетская библиотека online" - <http://elib.oreluniver.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ | Методические рекомендации |
|----------------------|--|
| лекции | В ходе чтения лекций преподаватель рассказывает об основных понятиях и терминологических особенностях материала курса, а также связанных с ним теоретических и практических проблем, дает рекомендации по проведению самостоятельной работы и самоподготовке. Лекционный курс позволит студентам получить основную информацию по данной дисциплине. |
| практические занятия | Практические занятия предназначены для уточнения, более глубокой проработки и закрепления знаний, полученных на лекциях. При подготовке к практическим занятиям желательно внимательно прочитать конспект лекции. При чтении в конспекте выделяются (цветом, подчеркиванием и т.п.) основные смысловые блоки, ключевые формулы. Желательно постоянно пользоваться однотипной системой выделения - это облегчает последующую работу с текстом и запоминание информации. Для более полного усвоения материала, охвата всех важных аспектов необходимо ознакомиться с дополнительной литературой. Помимо книг, указанных после каждой темы, желательно обращаться к журналам и Интернет-ресурсам. При работе с дополнительной литературой желательно делать краткие выписки, дополняющие основной конспект. Таким образом, на подготовку одного вопроса семинара требуется не менее одного часа. |
| лабораторные работы | Для успешного выполнения работ обучающиеся должны строго следовать инструкциям преподавателя, и выполнять операции строго по выданным протоколам. Целью лабораторных работ является освоение стандартных методов выделения ДНК из различных клеток, электрофоретического разделения ДНК, полимеразной цепной реакции. Предлагаются наиболее распространенные и общепринятые методики, не требующие дорогостоящих или редких реагентов и материалов, либо коммерческих наборов реагентов. Каждый метод содержит теоретическое описание и краткую характеристику, назначение метода, наиболее важные аспекты его практического использования, целевое назначение необходимых реагентов и оборудования, подробное последовательное описание стадий лабораторных операций. В конце занятия необходимо оформить лабораторную работу на бумажном носителе с описанием цели работы, методики и полученных результатов |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|------------------------|--|
| самостоятельная работа | <p>Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой из сферы биотехнологии, генной инженерии, теории и практики создания генетически модифицированных микроорганизмов и подразумевает проработку тем, вынесенных на самостоятельное изучение, подготовку к аудиторным практическим занятиям, контрольной и письменной работам. Программа этих занятий включает отдельные темы (разделы), изложение которых не входит в лекционную программу, однако является составляющей общей программы дисциплины, а также проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Для обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине разработан перечень заданий для самостоятельной работы, который необходим для эффективного управления данным видом учебной деятельности обучающихся.</p> <p>Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в соответствие с тематическим планом курса с использованием списка рекомендуемой литературы и источников. Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.</p> |
| зачет | <p>Подготовка к зачету является заключительным этапом изучения дисциплины и является средством текущего контроля. При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. Подготовка к зачету включает в себя: проработку основных вопросов курса; чтение основной и дополнительной литературы по темам курса; подбор примеров из практики, иллюстрирующих теоретический материал курса; систематизацию и конкретизацию основных понятий дисциплины; составление примерного плана или конспекта ответа на вопросы к зачету. В процессе подготовки к зачету выявляются вопросы, по которым нет уверенности в ответе либо ответ студенту не ясен. Данные вопросы можно уточнить у преподавателя на консультации, которая проводится перед зачетом</p> |

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
 - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки "Биология".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.03 Генетически модифицированные микроорганизмы

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 160 с. - ISBN 978-5-8114-8733-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179623> (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нефедова, Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике : учебное пособие / Л. Н. Нефедова. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 104 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019028-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083223> (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Саруханова Л.Е., Волина Е.Г., Яшина Н.В. Общая микробиология, вирусология и прикладная иммунология (Издание второе, исправленное) Москва: РУДН, 2019. - 172 с. ISBN: 978-5-209-08980-3 Текст: электронный // НЭБ Elibrary.ru: [сайт]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40352951> (дата обращения: 04.02.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Ассоциативные микроорганизмы растений: выделение штаммов и их изучение. Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью 'Издательство Типография 'Ариал', 2021. 179 с. - ISBN: 978-5-907506-71-8 Текст: электронный // НЭБ Elibrary.ru: [сайт]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47624122> (дата обращения: 04.02.2024). - Режим доступа: по подписке.
5. Резяпкин, В. И. Генная инженерия: практикум : учебное пособие / В. И. Резяпкин. - 6-е изд., перераб. - Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2023. - 65 с. - ISBN 978-985-582-549-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/338117> (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Современные научные, технологические и социально-этические проблемы в биотехнологии : учебное пособие / Ж. А. Сапронова, С. В. Свергузова, Н. С. Лупандина, А. В. Святченко. - Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. - 78 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/177606> (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2 Любимова, Н. В. Теория и практика лабораторных биохимических исследований : учебник / Н. В. Любимова, И. В. Бабкина, Ю. С. Тимофеев. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-6334-5. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970463345.html> (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Шарипова М.Р. Курс лекций по генетической инженерии: учебно-методические ресурсы. - 2015. - 120с. - URL: : http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/150086/-1/KURS_LEKCIJ_PO_GENNOJ_INZhENERII.pdf (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сусянок, Г. М. Основы биохимии : учебник / Г.М. Сусянок. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 400 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019160-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2029874> (дата обращения: 28.12.2024). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.03 Генетически модифицированные микроорганизмы

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.