

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
элективного курса «Биотехнология»
для обучающихся 10-11 классов
срок реализации курса - 2 года

Содержание

1	Содержание учебного курса	стр. 1
2	Планируемые результаты освоения учебного предмета	стр. 9
3	Тематическое планирование с указанием количества академических часов, отводимых на освоение каждой темы	стр. 15

1.СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс (34 ч)

1. Биотехнология как наука (4 ч)

История возникновения науки, основные разделы, связь биотехнологии с другими науками (биологией, ботаникой, зоологией, микробиологией, биохимией, физиологией, генетикой, медициной) и отраслями промышленности (пищевая, легкая), сельского хозяйства (животноводство, растениеводство) и здравоохранением, известные вузы и НИИ, связанные с биотехнологией:

- Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН);
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ);
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт

генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ФГБНУ ФИЦ ВИР);

- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ);
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ИЦиГ СО РАН);
- Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН): официальный сайт. – URL: <http://www.fbras.ru>
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ): официальный сайт. – URL: <http://www.vniisb.ru>
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ФГБНУ ФИЦ ВИР): официальный сайт. – URL: <http://www.vir.nw.ru>
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ): официальный сайт. – URL: <http://www.arriam.ru>
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ИЦиГ СО РАН): официальный сайт. – URL: <http://www.bionet.nsc.ru>
- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт) национальный исследовательский центр» (ФГАОУ ВО МФТИ)¹;
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (ФГБОУ ВО МГУ);
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ);

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (ФГАОУ ВО НГУ);
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева);
- Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Научно-технологический университет «Сириус» (НТУ «Сириус»).

Современные направления развития агробιοтехнологий. Методы биотехнологии в науке и практике. Демонстрация видеороликов.

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт» национальный исследовательский центр» (ФГАОУ ВО МФТИ): официальный сайт. – URL: <http://www.mipt.ru>
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»: официальный сайт. – URL: <http://www.msu.ru>
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ): официальный сайт. – URL: <http://www.spbu.ru>
- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (ФГАОУ ВО НГУ): официальный сайт. – URL: <http://www.nsu.ru/n>
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева): официальный сайт. – URL: <http://www.timacad.ru/>
- Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Научно-технологический университет «Сириус» (НТУ «Сириус»): официальный сайт. – URL: <http://www.siriusuniversity.ru/>

Лабораторные и практические работы

Исследовательская работа «Создание биологически активных добавок и витаминов».

Исследовательская работа «Выведение новых сортов растений, пород животных с заданными свойствами».

Исследовательская работа «Создание бактерий, способных перерабатывать нефть и устранять последствия ее разливов: плюсы и минусы».

Экскурсия («Биотехнология: наука и жизнь») в вуз или НИИ

2. Общие понятия биотехнологии (2ч)

Понятие биотехнологии. Зачем человеку биотехнологии, в чем их преимущество перед химическим синтезом. Основные объекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных.

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни».

3. Особенности агrobiотехнологии (4 часа)

Цели и задачи агrobiотехнологии. Основные объекты агrobiотехнологии. Биотехнологические подходы для надежного сохранения коллекций генетических ресурсов растений и животных. Понятия о полевых, *in vitro* и криоколлекциях. Рост и развитие живого объекта в замкнутой системе в контролируемых условиях: как это возможно.

Основные помещения для полноценной работы лаборатории биотехнологии (ламинарная комната, световая, автоклавная комнаты, помещение для приготовления питательных сред, моечная): их функционал и особенности.

Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии, их функции и возможности (автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др.). Инструменты для применения методов биотехнологии растений (препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы). Основы техники безопасности при работе с приборами. Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии: автоклав, сухожаровой шкаф,

дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка,

климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др. Инструменты для применения методов биотехнологии растений: препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы.

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке».

Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разным уровнем рН».

4. Культура клеток и тканей (8 часов)

Методы культуры клеток и тканей в селекции. Каллусная культура. Культура клеток и агрегатов клеток. Культура протопластов. Получение соматических гибридов методом слияния изолированных протопластов.

Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции.

Примеры применения культур клеток и тканей в научных исследованиях и в практике различных НИИ: знакомство с литературой – научными публикациями по разным объектам (микробы, растения, животные).

Характеристика клеток, культивируемых *in vitro*. Морфогенетические пути развития клетки *in vitro*.

Известные коллекции биотехнологических объектов – их роль, задачи, состав, примеры (*in vitro* коллекции растений, коллекции штаммов микроорганизмов. Семинар по прочитанной литературе, доклады обучающихся).

Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений.

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Протопласты клеток».

Исследовательская работа «Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их роль в развитии генетических технологий».

Исследовательская работа «Г.Д. Карпеченко как генетик-экспериментатор и биотехнолог».

5. Питательные среды для агrobiотехнологий (2 часа)

Макро- и микроэлементы, источники углеводов, витамины, желирующие агенты. Типы питательных сред – жидкие и твердые.

Питательные среды для биотехнологии растений. Разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие регуляторы

роста. Методы оптимизации питательных сред. Основные компоненты питательных сред (макроэлементы, микроэлементы, источники углерода, витамины, желирующие агенты, регуляторы роста). Уровень pH питательной среды и его влияние на развитие растений. Весы, pH-метр.

Лабораторные и практические работы

Лабораторная работа «Питательные среды и условия культивирования, культуры растительных клеток и тканей».

Практическая работа «Приготовление стоковых (маточных) растворов макро- и микроэлементов питательной среды по прописи Мурасиге и Скуга».

Практическая работа «Приготовление питательных сред для введения в культуру *in vitro*».

6. Регуляторы роста как факторы успеха биотехнологии растений (4 часа)

Рост и развитие растений. Остальные этапы онтогенеза. Общие закономерности роста растений.

Основные классы фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, этилен и др.) и их функции на разных этапах развития растения.

Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений.

Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке.

Лабораторные и практические работы

Лабораторная работа «Фенотипическая оценка роста и развития растений в зависимости от наличия фитогормонов в питательной среде».

7. Биотехнология растений (10 часов)

Возможности применения агrobiотехнологий в селекции, семеноводстве и питомниководстве.

Болезни и иммунитет растений: от Н.И. Вавилова до современности.

Ускоренная и традиционная селекция: сокращаем сроки получения новых сортов. Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора.

Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.

Оздоровление растений от вирусов с помощью методов биотехнологии: методы культуры апикальных меристем, термотерапии, хемотерапии, криотерапии и комплексной терапии. Получение оздоровленного посадочного материала – клубней картофеля и саженцев плодовых культур.

Культивирование растительного материала в культуре *in vitro*: основные принципы и модели культивирования. Каллусогенез, суспензионные культуры растений. Микроразмножение растений. Экономический эффект от внедрения методов биотехнологии в растениеводство.

Криохранилище растений. Криопротекторы. Посткриогенная регенерация.

Биологические средства защиты растений: преимущества и перспективы применения. Термос и сосуд Дьюара с жидким азотом, криобирки.

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Размножение плодовых растений черенкованием и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)».

Практическая работа «Введение растений в культуру *in vitro* и поддержание чистой культуры эксплантов».

Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке».

Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур если не семенами?»

Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке».

Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала – о современных способах биологической защиты растений».

Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс (34 ч)

1. Генетические ресурсы России (6 ч)

Стратегии сохранения генетических ресурсов. Сохранение растений *in situ* и *ex situ*.

Биоресурсные коллекции России. Коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Гербарий БИН. Коллекция генетических ресурсов животных ВНИИГРЖ. Коллекции клеток и штаммов ВНИИСХМ. Демонстрация видеороликов¹.

Лабораторные и практические работы

Исследовательская работа «По материалам форума «Генетические ресурсы России» (выбрать любой доклад и подготовить по нему сообщение).

2. Основы генетики и селекции (8 часов)

Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов.

Изменчивость мутационная и модификационная.

Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии. Транскрипция. Трансляция. Мутации.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова в 1920 и 2020 гг. Демонстрация видеороликов¹.

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Модификационная изменчивость в природе» (собрать и сравнить листья, цветки с одного растения и/или с разных).

Исследовательская работа «ГМО – это мутации или модификации?»

3. Инженерия в биологии растений (15 часов)

Клеточная и генная инженерия растений для развития селекции. Природно-трансгенные растения.

Растения-биофабрики.

Биотехнологические методы в селекции растений.

Генетическое редактирование культурных растений. Чем генетическое редактирование отличается от генетической модификации.

Поиск новых генов-мишеней: существующие методики. Проведение *in silico* анализа.

Генная инженерия зерновых культур. Генная инженерия хлопчатника. Генная инженерия томата. Генная инженерия сои. Генная инженерия плодовых культур. Генная инженерия картофеля. Демонстрация видеороликов

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Проведение *in silico* анализа для поиска новых генов- мишеней для редактирования культурного растения (на выбор)».

4. Инженерия в биологии животных (5 часов)

Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование.

Генная инженерия в животноводстве.

Лабораторные и практические работы

Практическая работа «Проведение *in silico* анализа для поиска новых генов- мишеней для редактирования животного» (на выбор).

Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против».

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

в сфере гражданского воспитания:

- - готовность к совместной творческой деятельности при выполнении биологических экспериментов;
- - способность определять собственную позицию по отношению к явлениям современной жизни и объяснять ее;
- - готовность к сотрудничеству в процессе совместного выполнения учебных, познавательных и исследовательских задач, уважительному отношению к мнению оппонентов при обсуждении спорных вопросов биологического содержания;

в сфере патриотического воспитания:

- - ценностное отношение к природному наследию и памятникам природы, достижениям России в науке;
- - способность оценивать вклад российских ученых в становление и развитие биологии, понимание значения биологии в познании законов природы, в жизни человека и современного общества;

в сфере духовно-нравственного воспитания:

- - способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;
- - осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

в сфере эстетического воспитания:

- - понимание эмоционального воздействия живой природы и ее ценность;

в сфере физического воспитания:

- - понимание ценности здорового и безопасного образа жизни;
- - осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курения);

в сфере трудового воспитания:

- - готовность к активной деятельности биологической и экологической направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;
- - интерес к практическому изучению профессий, связанных с биологией;
- - готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

в сфере экологического воспитания:

- - экологически целесообразное отношение к природе как источнику жизни на Земле, основе ее существования;
- - повышение уровня экологической культуры: приобретение опыта планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
- - способность использовать приобретаемые при изучении биологии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием (соблюдение правил поведения в природе, направленных на сохранение равновесия в экосистемах, охрану видов, экосистем, биосферы);
- - активное неприятие действий, приносящих вред окружающей природной среде, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их;

в сфере научного познания:

- - понимание специфики биологии как науки, осознание ее роли в формировании рационального научного мышления, создание целостного представления об окружающем мире как о единстве природы, человека и общества, в познании природных закономерностей и решении проблем сохранения природного равновесия;
- - убежденность в значимости биологии для современной цивилизации: обеспечение нового уровня развития медицины; создание перспективных биотехнологий, способных решать ресурсные проблемы развития человечества; поиск путей выхода из глобальных экологических проблем и обеспечение перехода к устойчивому развитию, рациональному использованию природных ресурсов и формированию новых стандартов жизни;
- - заинтересованность в получении биологических знаний в целях повышения общей культуры, естественно-научной грамотности как

составной части функциональной грамотности обучающихся, формируемой при изучении биологии;

- - понимание сущности методов познания, используемых в естественных науках, способность использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нем изменений; умение делать обоснованные заключения на основе научных фактов и имеющихся данных с целью получения достоверных выводов;
- - способность самостоятельно использовать биологические знания для решения проблем в реальных жизненных ситуациях;
- - осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе;
- - готовность и способность к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний по биологии в соответствии с жизненными потребностями.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

в сфере овладения универсальными учебными познавательными действиями:
базовые логические действия:

- - самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
- - использовать при освоении знаний приемы логического мышления (анализа, синтеза, сравнения, классификации, обобщения), раскрывать смысл биологических понятий (выделять их характерные признаки, устанавливать связи с другими понятиями);
- - определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями;
- - использовать биологические понятия для объяснения фактов и явлений живой природы;
- - строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения;
- - применять схемно-модельные средства для представления существенных связей и отношений в изучаемых биологических объектах, а также противоречий разного рода, выявленных в различных информационных источниках;

базовые исследовательские действия:

- - владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
- - использовать различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;
- - формировать научный тип мышления, владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;
- - ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

работа с информацией:

- - ориентироваться в различных источниках информации (тексте учебного пособия, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках, компьютерных базах данных, в Интернете), анализировать информацию различных видов и форм представления, критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость;
- - формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе биологической информации, необходимой для выполнения учебных задач;
- - самостоятельно выбирать оптимальную форму представления биологической информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и др.);
- - использовать научный язык в качестве средства при работе с биологической информацией: применять химические, физические и математические знаки и символы, формулы, аббревиатуру, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности;

в сфере овладения универсальными коммуникативными действиями:

общение:

- - осуществлять коммуникации во всех сферах жизни; активно участвовать в диалоге или дискуссии по существу обсуждаемой темы (умение задавать вопросы, высказывать суждения относительно выполнения предлагаемой задачи, учитывать интересы и согласованность позиций других участников диалога или дискуссии);

- - развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

совместная деятельность:

- - выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- - принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
- - предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- - осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным;

в сфере овладения универсальными регулятивными действиями:

самоорганизация:

- - использовать биологические знания для выявления проблем и их решения в жизненных и учебных ситуациях;
- - выбирать на основе биологических знаний целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, своему здоровью и здоровью окружающих;
- - расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
- - делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение;

самоконтроль:

- - давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
- - принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:

- - саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость;
- - внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

принятие себя и других:

- - принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

- - признавать свое право и право других на ошибки.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- - умение владеть системой биологических знаний, которая включает основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, ткань, орган, организм, вид, популяция, биосинтез белка, наследственность, изменчивость, рост и развитие и др.);
- - владение системой знаний об основных методах научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, проведение наблюдений); способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе;
- - умение устанавливать взаимосвязи между строением и функциями: клеток разных тканей; органами и системами органов у растений; этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов; генотипом и фенотипом;
- - умение решать поисковые биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов;
- - умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования; анализировать полученные результаты и делать выводы;
- - умение оценивать этические аспекты современных исследований в области биотехнологии и генетических технологий (направленное изменение генома и создание трансгенных организмов);
- - умение мотивировать свой выбор будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, биотехнологии, сельского хозяйства; углублять познавательный интерес, направленный на осознанный выбор соответствующей профессии и продолжение биологического образования в организациях среднего профессионального и высшего образования.

3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Коли честв о часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательн ые ресурсы
1	Биотехнология как наука	4	История возникновения науки, основные разделы, связь биотехнологии с другими науками (биологией, ботаникой, зоологией, микробиологией, биохимией, физиологией, генетикой, медициной) и отраслями промышленности (пищевая, легкая), сельского хозяйства (животноводство, растениеводство) и здравоохранением, известные вузы и НИИ, связанные с биотехнологией: ФИЦ Биотехнологии РАН, ФГБНУ ВНИИСБ, ФГБНУ ФИЦ ВИР, ФГБНУ ВНИИСХМ, ФГБНУ ИЦиГ СО РАН, ФГАОУ ВО МФТИ, ФГБОУ ВО МГУ, ФГБОУ ВО СПбГУ, ФГАОУ ВО НГУ, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. Современные направления	Раскрывать содержание терминов и понятий: наука, биотехнология, агrobiотехнологии. Описывать процесс выполнения исследований и прогнозировать результаты экспериментов. Характеризовать основные научные школы в области биотехнологии. Различать разделы биотехнологии как науки. Сравнить связь биотехнологии с различными отраслями науки и промышленности. Выявлять различия между разделами биотехнологии. Формулировать и объяснять принцип развития науки биотехнологии. Выполнение предложенных исследовательских работ:	https://znanierussia.ru/ https://biomolecules.ru/ https://cyberleninka.ru/ https://postnauka.org/ https://elementy.ru/ https://nplus1.ru/ https://resh.edu.ru/

			<p>развития агrobiотехнологий.</p> <p>Методы биотехнологии в науке и практике</p>	<p>«Создание биологически активных добавок и витаминов», «Выведение новых сортов растений, пород животных с заданными свойствами», «Создание бактерий, способных перерабатывать нефть и устранять последствия ее разливов: плюсы и минусы».</p> <p>Экскурсия «Биотехнология: наука и жизнь» в вуз или НИИ</p>	
2	Общие понятия биотехнологии	2	<p>Понятие биотехнологии. Зачем человеку биотехнологии, в чём их преимущество перед химическим синтезом. Основные объекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных. Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: объекты биотехнологии, клетки и ткани растений, животных, микроорганизмы. Описывать процесс биотехнологического производства. Характеризовать различные объекты биотехнологий. Различать промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных как биотехнологические объекты. Сравнить между</p>	<p>https://znanierussi.a.ru/</p> <p>https://cyberlenink.a.ru/</p> <p>https://biomolecul.a.ru/</p> <p>https://postnauka.org/</p> <p>https://resh.edu.ru/</p> <p>https://elementy.ru/</p>

				<p>собой процессы химического синтеза и биотехнологии. Выявлять наиболее эффективные объекты биотехнологии. Характеризовать особенности строения и функции различных биологических объектов. Формулировать и объяснять принцип работы биотехнологического производства выбранной группы веществ/ материалов</p>	
3	Особенности агробиотехнологии	4	<p>Цели и задачи агробиотехнологии. Основные объекты агробиотехнологии. Биотехнологические подходы для надежного сохранения коллекций генетических ресурсов растений и животных. Понятия о полевых, in vitro и криоколлекциях. Рост и развитие живого объекта в замкнутой системе в контролируемых условиях: как это возможно. Основные помещения для полноценной работы лаборатории биотехнологии (ламинарная</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений и животных, виды коллекций генетического разнообразия. Описывать процесс сохранения и размножения растений в контролируемых условиях среды. Характеризовать фазы роста и развития растений в замкнутой системе. Различать преимущества и недостатки различных типов коллекций. Сравнить</p>	<p>https://znanierussi.a.ru/ https://cyberlenink.a.ru/ https://biomolecul.a.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/</p>

			<p>комната, световая, автоклавная комнаты, помещение для приготовления питательных сред, моечная): их функционал и особенности. Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии, их функции и возможности (автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др.). Инструменты для применения методов биотехнологии растений (препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы). Основы техники безопасности при работе с приборами. Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии: автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-</p>	<p>этапы работы в лаборатории биотехнологии. Выявлять наиболее эффективные приёмы для сохранения образцов растений и животных. Характеризовать особенности строения и функции образцов растений. Формулировать и объяснять принцип криоконсервации растений</p>	
--	--	--	---	---	--

			<p>ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др. Инструменты для применения методов биотехнологии растений: препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы. Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке». Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разным уровнем pH»</p>		
4	Культура клеток и тканей	8	<p>Методы культуры клеток и тканей в селекции. Каллусная культура. Культура клеток и агрегатов клеток. Культура протопластов. Получение соматических гибридов методом слияния изолированных протопластов. Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции. Примеры применения культур клеток и тканей в научных исследованиях и в практике различных НИИ: знакомство с литературой – научными публикациями по разным объектам (микробы,</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: каллус, протопласт, соматический гибрид, гаплоид, штамм. Описывать процесс культивирования клеток и тканей растений и животных. Характеризовать разные этапы культивирования клеток и тканей растений и животных. Выявлять наиболее эффективные методы культивирования клеток и тканей растений, животных,</p>	<p>https://znanierussi.a.ru/ https://cyberlenink.a.ru/ https://biomolecul.a.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/</p>

			<p>растения, животные). Характеристика клеток, культивируемых <i>in vitro</i>. Морфогенетические пути развития клетки <i>in vitro</i>. Известные коллекции биотехнологических объектов – их роль, задачи, состав, примеры (<i>in vitro</i> коллекции растений, коллекции штаммов микроорганизмов. Семинар по прочитанной литературе, доклады обучающихся). Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений. Практическая работа «Протопласты клеток». Исследовательская работа «Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их роль в развитии генетических технологий». Исследовательская работа «Г.Д. Карпеченко как генетик- экспериментатор и биотехнолог»</p>	<p>микроорганизмов. Характеризовать особенности строения и функции клеток и тканей растений, животных, микроорганизмов. Формулировать и объяснять принцип выживаемости, роста и развития культивируемых клеток и тканей</p>	
5	Питательные среды для агробиотехнологий	2	<p>Макро- и микроэлементы, источники углеводов, витамины, желирующие агенты. Типы питательных сред – жидкие и</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: питательная среда, компоненты питательной</p>	<p>https://znanierussi.a.ru/ https://cyberlenink.a.ru/ https://biomolecul</p>

		<p>твердые. Питательные среды для биотехнологии растений. Разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие регуляторы роста. Методы оптимизации питательных сред. Основные компоненты питательных сред (макроэлементы, микроэлементы, источники углерода, витамины, желирующие агенты, регуляторы роста). Уровень pH питательной среды и его влияние на развитие растений. Весы, pH-метр. Лабораторная работа «Питательные среды и условия культивирования, культуры растительных клеток и тканей». Практическая работа «Приготовление стоковых (маточных) растворов макро- и микроэлементов питательной среды по прописи Мурасиге и Скуга». Практическая работа «Приготовление питательных сред для введения в культуру <i>in vitro</i>»</p>	<p>среды, pH раствора. Описывать процесс приготовления питательных сред для разных объектов. Характеризовать процесс приготовления питательных сред в зависимости от выбранного объекта исследования. Различать типы питательных сред в зависимости от задачи культивирования. Сравнить растворимость веществ во время приготовления питательных сред. Сравнить типы питательных сред в зависимости от их состава. Выявлять наиболее важные компоненты питательной среды и прогнозировать эффект от нехватки каждого из компонентов. Характеризовать функции компонентов питательных сред. Формулировать и объяснять принцип культивирования растений</p>	<p>a.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/</p>
--	--	--	---	--

				на питательных средах различного состава	
6	Регуляторы роста как факторы успеха биотехнологии растений	4	Рост и развитие растений. Остальные этапы онтогенеза. Общие закономерности роста растений. Основные классы фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, этилен и др.) и их функции на разных этапах развития растения. Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений. Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке. Лабораторная работа «Фенотипическая оценка роста и развития растений в зависимости от наличия фитогормонов в питательной среде»	Раскрывать содержание терминов и понятий: фитогормоны, регуляторы роста растений. Описывать процесс роста и развития растений. Характеризовать процесс роста и развития растений в зависимости от генотипа и окружающих условий. Различать функции регуляторов роста. Сравнивать функции регуляторов роста. Выявлять функции регуляторов роста по предложенным эффектам. Характеризовать особенности строения и функции различных фитогормонов. Формулировать и объяснять принцип воздействия фитогормонов на рост и развитие растений	https://znanierussi.a.ru/ https://cyberlenink.a.ru/ https://biomolecul.a.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/
7	Биотехнология растений	10	Возможности применения агrobiотехнологий в селекции, семеноводстве и питомниководстве. Болезни и	Раскрывать содержание терминов и понятий: селекция, семеноводство, питомниководство,	https://znanierussi.a.ru/ https://cyberlenink.a.ru/

			<p>иммунитет растений: от Н.И. Вавилова до современности. Ускоренная и традиционная селекция: сокращаем сроки получения новых сортов. Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам. Оздоровление растений от вирусов с помощью методов биотехнологии: методы культуры апикальных меристем, термотерапии, хемотерапии, криотерапии и комплексной терапии. Получение оздоровленного посадочного материала – клубней картофеля и саженцев плодовых культур. Культивирование растительного материала в культуре in vitro: основные принципы и модели культивирования. Каллусогенез, суспензионные культуры растений. Микроразмножение растений. Экономический эффект от внедрения методов</p>	<p>микроразмножение растений, оздоровление растений. Описывать процесс микроразмножения растений, создания нового исходного материала для селекции, отбора, оздоровления растений и получения оздоровленного посадочного материала. Характеризовать процесс ускоренной и традиционной селекции, микроразмножения, оздоровления растений. Различать методы селекции, способы оздоровления растений. Сравнивать методы селекции, способы оздоровления растений. Выявлять наиболее и наименее эффективные способы получения исходного материала для селекции; оздоровления растений. Характеризовать особенности и функции методов селекции, способов оздоровления растений.</p>	<p>https://biomolecula.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/</p>
--	--	--	---	---	---

			<p>биотехнологии в растениеводство. Крíoхранение растений. Крíoпротекторы. Посткрíoгенная регенерация. Биологические средства защиты растений: преимущества и перспективы применения. Термос и сосуд Дьюара с жидким азотом, крíoпробирки. Практическая работа «Размножение плодовых растений черенкованием и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)». Практическая работа «Введение растений в культуру in vitro и поддержание чистой культуры эксплантов». Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке». Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур если не семенами?» Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке». Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала – о современных</p>	<p>Формулировать и объяснять принцип традиционной и ускоренной селекции, принцип работы того или иного метода оздоровления растений</p>	
--	--	--	---	---	--

			способах биологической защиты растений»		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34			

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Колич ество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Генетические ресурсы России	6	Стратегии сохранения генетических ресурсов. Сохранение растений in situ и ex situ. Биоресурсные коллекции России. Коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Гербарий БИН. Коллекция генетических ресурсов животных ВНИИГРЖ. Коллекции клеток и штаммов ВНИИСХМ. Исследовательская работа «По материалам форума «Генетические ресурсы России»	Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений in situ и ex situ. Описывать процесс сохранения растений в условиях in situ и ex situ. Характеризовать способы сохранения растений в условиях in situ и ex situ. Различать способы сохранения растений в условиях in situ и ex situ. Сравнивать особенности сохранения растений в условиях in situ и ex situ. Выявлять наиболее эффективный приём для сохранения конкретного образца растений. Характеризовать особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип in situ и ex situ	https://znanierussia.ru/ https://cyberleninka.ru/ https://biomolecula.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/

				сохранения генетических ресурсов растений	
2	Основы генетики и селекции	8	<p>Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость мутационная и модификационная. Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии. Транскрипция. Трансляция. Мутации. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова в 1920 и 2020 гг. Практическая работа «Модификационная изменчивость в природе» (собрать и сравнить листья, цветки с одного растения и/или с разных). Исследовательская работа «ГМО – это мутации или модификации?»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: наследственность, изменчивость, ген, ДНК, РНК, белок, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Описывать проявления модификационной и мутационной изменчивости, строение ДНК и РНК, белков. Характеризовать строение и функции нуклеиновых кислот, белков. Различать типы изменчивости. Сравнить мутационную и модификационную изменчивость. Выявлять модификации и мутации. Характеризовать особенности и функции ДНК, РНК, белков. Формулировать и объяснять принцип действия закона гомологических рядов в</p>	<p>https://znanierussia.ru/ https://cyberleninka.ru/ https://biomolecula.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/</p>

				наследственной изменчивости	
3	Инженерия в биологии растений	15	<p>Клеточная и генная инженерия растений для развития селекции. Природно-трансгенные растения. Растения-биофабрики. Биотехнологические методы в селекции растений. Генетическое редактирование культурных растений. Чем генетическое редактирование отличается от генетической модификации. Поиск новых генов-мишеней: существующие методики. Проведение in silico анализа. Генная инженерия зерновых культур. Генная инженерия хлопчатника. Генная инженерия томата. Генная инженерия сои. Генная инженерия плодовых культур. Генная инженерия картофеля. Практическая работа «Проведение in silico анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования культурного растения (на выбор)»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: клеточная и генная инженерия растений, генетическое редактирование, ГМО, in silico анализ. Описывать процесс клеточной и генной инженерии растений, принципы генетического редактирования, создание ГМО, этапы in silico анализа. Характеризовать современные достижения генной и клеточной инженерии разных видов растений, проведение in silico анализа. Различать генную и клеточную инженерию. Сравнивать биотехнологические методы в селекции растений. Выявлять различия между генетическим редактированием и генетической модификацией. Характеризовать</p>	<p>https://znanierussia.ru/ https://cyberleninka.ru/ https://biomolecula.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/</p>

				особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип клеточной и генной инженерии, генетического редактирования и генетической модификации	
4	Инженерия в биологии животных	5	Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование. Генная инженерия в животноводстве. Практическая работа «Проведение in silico анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования животного» (на выбор). Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против»	Раскрывать содержание терминов и понятий. Описывать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Характеризовать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Различать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Сравнить трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Характеризовать особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип генной инженерии, генетического редактирования и генетической модификации	https://znanierussia.ru/ https://cyberleninka.ru/ https://biomolecula.ru/ https://postnauka.org/ https://resh.edu.ru/ https://elementy.ru/

ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	34	
--	----	--

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов	
		Всего	Практические работы
1	Введение	1	
2	Что изучает биотехнология?	1	
3	История биотехнологии.	1	
4	Предмет изучения биотехнологии.	1	
5	Общие понятия биотехнологии	1	
6	Основные объекты биотехнологии. Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни»	1	1
7	Цели и задачи агrobiотехнологии. Основные объекты агrobiотехнологии.	1	
8	Основные помещения и приборы для организации лаборатории биотехнологии	1	
9	Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке».	1	1
10	Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разным уровнем pH».	1	1
11	Методы культуры клеток и тканей в селекции.	1	
12	Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции.	1	
13	Примеры применения культур клеток и тканей в научных исследованиях	1	
14	Практическая работа «Протопласты клеток».	1	1
15	Характеристика клеток, культивируемых in vitro.	1	

16	Известные коллекции биотехнологических объектов. Исследовательская работа «Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их роль в развитии генетических технологий».	1	
17	Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений.	1	
18	Семинар. Исследовательская работа «Г.Д. Карпеченко как генетик-экспериментатор и биотехнолог».	1	
19	Питательные среды для агrobiотехнологий. Лабораторная работа «Питательные среды и условия культивирования, культуры растительных клеток и тканей».	1	1
20	Практическая работа «Приготовление стоковых (маточных) растворов макро- и микроэлементов питательной среды по прописи Мурасиге и Скуга». Практическая работа «Приготовление питательных сред для введения в культуру in vitro».	1	1
21	Рост и развитие растений.	1	
22	Основные классы фитогормонов	1	
23	Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений.	1	
24	Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке. Лабораторная работа «Фенотипическая оценка роста и развития растений в зависимости от наличия фитогормонов в питательной среде».	1	1
25	Биотехнология растений	1	
26	Болезни и иммунитет растений	1	
27	Ускоренная и традиционная селекция. Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур если не семенами?»	1	

28	Оздоровление растений от вирусов с помощью методов биотехнологии	1	
29	Культивирование растительного материала в культуре in vitro. Практическая работа «Введение растений в культуру in vitro и поддержание чистой культуры эксплантов».	1	1
30	Микроразмножение растений. Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке».	1	1
31	Практическая работа «Размножение плодовых растений черенкованием и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)».	1	1
32	Криохранение растений.	1	
33	Биологические средства защиты растений. Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала – о современных способах биологической защиты растений».	1	
34	Семинар. Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке».	1	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	10

11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов	
		Всего	Практические работы
1	Генетические ресурсы России	1	
2	Стратегии сохранения генетических ресурсов.	1	
3	Сохранение растений in situ и ex situ.	1	
4	Биоресурсные коллекции России.	1	
5	Исследовательская работа «По материалам форума «Генетические ресурсы России»	1	
6	Коллекция генетических ресурсов растений ВИР., гербарий БИН, животных ВНИИГРЖ, клеток и штаммов ВНИИСХМ.	1	
7	Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов.	1	
8	Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости.	1	
9	Нуклеиновые кислоты.	1	
10	Деление клеток. Репликация ДНК.	1	
11	Транскрипция. Трансляция.	1	
12	Мутации. Практическая работа «Модификационная изменчивость в природе»	1	1
13	Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова	1	
14	Семинар. Исследовательская работа «ГМО – это мутации или модификации?»	1	
15	Клеточная и генная инженерия растений для развития селекции.	1	
16	Природно-трансгенные растения.	1	

17	Растения-биофабрики.	1	
18	Биотехнологические методы в селекции растений.	1	
19	Генетическое редактирование культурных растений.	1	
20	Поиск новых генов-мишеней: существующие методики.	1	
21	Проведение in silico анализа.	1	
22	Практическая работа «Проведение in silico анализа для поиска новых генов- мишеней для редактирования культурного растения	1	1
23	Генная инженерия зерновых культур.	1	
24	Генная инженерия хлопчатника.	1	
25	Генная инженерия томата.	1	
26	Генная инженерия сои.	1	
27	Генная инженерия плодовых культур.	1	
28	Генная инженерия картофеля.	1	
29	Семинар "Инженерия в биологии растений".	1	
30	4. Инженерия в биологии животных	1	
31	Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов. Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против».	1	1
32	Химерные животные	1	
33	Клонирование	1	
34	Генная инженерия в животноводстве. Практическая работа «Проведение in silico анализа для поиска новых генов- мишеней для редактирования животного»	1	1
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	3

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 250795864576837559433845704902184217507778640376

Владелец Ващук Наталья Александровна

Действителен с 09.09.2025 по 09.09.2026