


Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя школа № 5» города Смоленска


РАССМОТРЕНО

руководитель ШМО

  
И.В. Абрамович  
протокол № 1  
от «28» 08 2023 г.


СОГЛАСОВАНО

заместитель директора

  
И.Е. Романова  
от «28» 08 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

директор школы

  
Т.А. Словянникова  
приказ № 172-од  
от «28» 08 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**СОВРЕМЕННЫЕ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ  
(агробιοтехнологический профиль)  
(ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ)**  
для обучающихся 11 класса

Учитель: Михаленкова Е.В.

Смоленск 2023

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **Актуальность и назначение программы**

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Современные агробιοтехнологии (агробιοтехнологический профиль)» для среднего общего образования (далее – программа) разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО), ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы среднего общего образования с учетом выбора участниками образовательных отношений курсов внеурочной деятельности. Это позволяет обеспечить единство обязательных требований ФГОС СОО во всем пространстве школьного образования: не только на уроке, но и за его пределами.

Настоящий курс предназначен для углубленного изучения биологических явлений и закономерностей, расширения базовых знаний, развития практических умений и навыков в современной биологии.

### **Актуальность реализации программы**

Программой предусмотрено формирование современного теоретического уровня знаний, а также практического опыта работы с лабораторным оборудованием, овладение приемами исследовательской деятельности. Методы организации образовательной и научно-исследовательской деятельности предусматривают формирование у обучающихся нестандартного творческого мышления, свободы самовыражения и индивидуальности суждений.

Для полного учета потребностей обучающихся в программе используется дифференцированный подход, что стимулирует обучающегося к увеличению потребности в индивидуальной, интеллектуальной и познавательной деятельности и развитию научно-исследовательских навыков. Программа станет востребованной в первую очередь обучающимися, которые имеют стойкий интерес и соответствующую мотивацию к изучению предметов естественно-научного цикла, естественных наук и технологий.

В настоящее время биологическое образование должно обеспечить выпускникам высокую биологическую, экологическую и природоохранительную грамотность.

Знания в области основных биологических законов, теорий и идей формируют нравственные нормы и принципы отношения к живой природе. В качестве ценностных ориентиров биологического образования выступают объекты, изучаемые в курсе биологии, к которым у учащихся формируется ценностное отношение. При этом ведущую роль играют познавательные ценности, так как данный учебный предмет входит в группу предметов познавательного цикла, главная цель которых заключается в изучении современных способов решения глобальных проблем современности. Программа

преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку она способствует формированию экологического и биотехнологического мышления у подрастающего поколения.

### **Варианты реализации программы и формы проведения занятий**

Реализация программы предполагает использование форм работы, которые предусматривают активность и самостоятельность обучающихся, сочетание индивидуальной и групповой работы, проектную и исследовательскую деятельность. Таким образом, вовлеченность обучающихся в данную внеурочную деятельность позволит обеспечить их самоопределение, расширить зоны поиска своих интересов в различных сферах естественно-научных знаний, переосмыслить свои связи с окружающими, свое место среди других людей. В целом реализация программы вносит вклад в нравственное и социальное формирование личности.

Программа может быть реализована в работе с обучающимися 10 и 11 классов.

Программа курса рассчитана на 68 часов, в рамках которых предусмотрены такие формы работы, как беседы, дискуссии, мастер-классы, экскурсии на производство, анализ кейсов, встречи с представителями разных профессий, профессиональные пробы, коммуникативные и деловые игры, консультации педагога и психолога.

Программа может быть реализована в течение одного учебного года с обучающимися 10 и 11 классов, если занятия проводятся 2 раза в неделю. Или в течение двух лет, если занятия проводятся 1 раз в неделю для классов биологического или биотехнологического направлений.

**Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания** Программа курса внеурочной деятельности разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания, учитывает психологопедагогические особенности данных возрастных категорий. Это позволяет на практике соединить обучающую и воспитательную деятельность педагога, ориентировать ее не только на интеллектуальное, но и на нравственное, социальное развитие ребенка.

Это проявляется в:

– воспитании осознанной экологически правильной мотивации в поведении и деятельности через формирование системы убеждений, основанных на конкретных знаниях;

– становлении личности обучающихся как целостной, находящейся в гармонии с окружающим миром, способной к решению экологических проблем;

– приоритете личностных результатов реализации программы внеурочной деятельности, нашедших свое отражение и конкретизацию в федеральной рабочей программы воспитания.

## **Особенности работы педагога по программе**

Задача педагога состоит в том, чтобы сопровождать процесс профессиональной ориентации обучающихся, раскрывая потенциал обучающихся через вовлечение в многообразную деятельность, организованную в разных формах.

При этом результатом работы педагога в первую очередь является личностное развитие ребенка. Личностных результатов педагог может достичь, увлекая ребенка совместной и интересной им обоим деятельностью, устанавливая во время занятий доброжелательную, поддерживающую атмосферу, насыщая занятия ценностным содержанием. Кроме того, программа предусматривает организацию экскурсий, просмотр фильмов и записей ТВ-программ.

При изучении обучающимися программы педагог основывается на нескольких основополагающих принципах обучения:

– принцип интегративного подхода к обучению. Этот принцип имеет первостепенное значение, так как усвоение получаемых знаний по биотехнологии предполагает тесную взаимосвязь разных уровней. Первый уровень – межпредметный – предполагает взаимосвязь биологии с курсом по химии. Второй уровень – предметный – обусловлен взаимопроникновением разных биологических курсов (ботаники, зоологии, физиологии и других) в процессе становления и изучения биотехнологии. Кроме того, логика освоения материала программы предполагает движение от общего к частному и, на новом уровне, возвращение от частного к общему.

- принцип наглядности;
- принцип доступности;
- принцип осознанности.

Примерная схема проведения занятий по программе может быть такой: 1. Объяснение теоретического материала по теме.

2. Подготовка к лабораторному или практическому занятию, обсуждение объектов для практического занятия.

3. Проведение практического занятия – основная задача освоения методологии данного эксперимента.

4. Анализ результатов эксперимента.

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Занятия в рамках программы направлены на обеспечение достижения обучающимися следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

### **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); 8 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; 9 – 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 причинноследственные 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.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 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)<sup>1</sup> ;
- ♣ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ)<sup>2</sup>;
- ♣ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ФГБНУ ФИЦ ВИР)<sup>3</sup>;
- ♣ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ)<sup>4</sup>;
- ♣ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ИЦиГ СО РАН)<sup>5</sup>;

---

1 Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН): официальный сайт. – URL: <http://www.fbras.ru>

2 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научноисследовательский институт сельско-хозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ): официальный сайт. – URL: <http://www.vniisb.ru>

3 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>

4 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научноисследовательский институт сельско-хозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ): официальный сайт. – URL: <http://www.arriam.ru>

5 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)<sup>1</sup>;

- ♣ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (ФГБОУ ВО МГУ)<sup>2</sup>;
- ♣ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ)<sup>3</sup>;
- ♣ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (ФГАОУ ВО НГУ)<sup>4</sup>;
- ♣ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)<sup>5</sup>;
- ♣ Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Научно-технологический университет «Сириус» (НТУ «Сириус»)<sup>6</sup>.

Современные направления развития агробiotехнологий. Методы биотехнологии в науке и практике. Демонстрация видеороликов<sup>7</sup>.

1 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт) национальный исследовательский центр» (ФГАОУ ВО МФТИ): официальный сайт. – URL: <http://www.mipt.ru>

2 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»: официальный сайт. – URL: <http://www.msu.ru>

3 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ): официальный сайт. – URL: <http://www.spbu.ru>

4 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (ФГАОУ ВО НГУ): официальный сайт. – URL: <http://www.nsu.ru/n>

5 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/>

6 Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Научно-технологический университет «Сириус» (НТУ «Сириус»): официальный сайт. – URL: <http://www.siriusuniversity.ru/>

<sup>7</sup> См. приложение.

### ***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 (2 ч)***

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 ч)***

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 ч)**

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 ч)**

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 рН питательной среды и его влияние на развитие растений. Весы, рН-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 ч)**

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 ч)**

Возможности применения агробiotехнологий 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, криопробирки.

### **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 видеороликов<sup>2</sup>.

***Лабораторные и практические работы***

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

---

<sup>1</sup> См. приложение.

***2. Основы генетики и селекции (8 ч)***

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 видеороликов<sup>1</sup>.

***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 ч)

Клеточная и генная инженерия растений для развития селекции. Природно-трансенные 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<sup>2</sup>.

### ***Лабораторные и практические работы***

Практическая работа «Проведение in silico анализа для поиска новых геновмишеней для редактирования культурного растения (на выбор)».

#### ***4. Инженерия в биологии животных (5 ч)***

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

---

<sup>1</sup> См. приложение.

<sup>2</sup> См. приложение.

Генная инженерия в животноводстве.

### ***Лабораторные и практические работы***

Практическая работа «Проведение in silico анализа для поиска новых геновмишеней для редактирования животного» (на выбор).

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



## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
<b>Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс</b>			
1. Биотехнология как наука	4	<p>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,</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: наука, биотехнология, агробiotехнологии.</p> <p>Описывать процесс выполнения исследований и прогнозировать результаты экспериментов.</p> <p>Характеризовать основные научные школы в области биотехнологии.</p> <p>Различать разделы биотехнологии как науки.</p> <p>Сравнивать связь биотехнологии с различными отраслями науки и промышленности.</p> <p>Выявлять различия между разделами биотехнологии.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип развития науки</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>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 развития  агробиотехнологий. Методы  биотехнологии в науке и практике</p>	<p>биотехнологии. Выполнение  предложенных  исследовательских работ:  «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».  Экскурсия «Биотехнология: наука и  жизнь» в вуз или НИИ</p>
<p>2. Общие понятия  биотехнологии</p>	<p>2</p>	<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</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и  понятий: объекты биотехнологии,  клетки и ткани растений, животных,  микроорганизмы.  Описывать процесс  биотехнологического производства.  Характеризовать различные  объекты биотехнологий.</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		применения биологических объектов в твоей жизни»	<p>Различать промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных как биотехнологические объекты.</p> <p>Сравнивать между собой процессы химического синтеза и биотехнологии.</p> <p>Выявлять наиболее эффективные объекты биотехнологии.</p> <p>Характеризовать особенности строения и функции различных биологических объектов.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип работы биотехнологического производства выбранной группы веществ/ материалов</p>
3. Особенности агrobiотехнологии	4	<p>Цели и задачи агrobiотехнологии.</p> <p>Основные объекты агrobiотехнологии.</p> <p>Биотехнологические подходы</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений и животных, виды коллекций генетического разнообразия.</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>для надежного сохранения коллекций генетических ресурсов растений и животных. Понятия о полевых, <i>in vitro</i> и криоколлекциях. Рост и развитие живого объекта в замкнутой системе в контролируемых условиях: как это возможно.</p> <p>Основные помещения для полноценной работы лаборатории биотехнологии (ламинарная комната, световая, автоклавная комнаты, помещение для приготовления питательных сред, моечная): их функционал и особенности.</p> <p>Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии, их функции и возможности (автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор,</p>	<p>Описывать процесс сохранения и размножения растений в контролируемых условиях среды. Характеризовать фазы роста и развития растений в замкнутой системе.</p> <p>Различать преимущества и недостатки различных типов коллекций.</p> <p>Сравнивать этапы работы в лаборатории биотехнологии.</p> <p>Выявлять наиболее эффективные приёмы для сохранения образцов растений и животных.</p> <p>Характеризовать особенности строения и функции образцов растений.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип криоконсервации растений</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др.).</p> <p>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.</p>	

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>Инструменты для применения методов биотехнологии растений: препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы.</p> <p>Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке».</p> <p>Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разным уровнем рН»</p>	
4. Культура клеток и тканей	8	<p>Методы культуры клеток и тканей в селекции. Каллусная культура.</p> <p>Культура клеток и агрегатов клеток.</p> <p>Культура протопластов. Получение соматических гибридов методом слияния изолированных протопластов.</p> <p>Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции.</p> <p>Примеры применения культур клеток и тканей в научных</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: каллус, протопласт, соматический гибрид, гаплоид, штамм.</p> <p>Описывать процесс культивирования клеток и тканей растений и животных.</p> <p>Характеризовать разные этапы культивирования клеток и тканей растений и животных.</p> <p>Выявлять наиболее эффективные</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>исследованиях и в практике различных НИИ: знакомство литературой – научными публикациями по разным объектам (микробы, 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.</p>	<p>методы культивирования клеток и тканей растений, животных, 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>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>Практическая работа «Протопласты клеток».</p> <p>Исследовательская работа «Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их роль в развитии генетических технологий».</p> <p>Исследовательская работа «Г.Д. Карпеченко как генетик-экспериментатор и биотехнолог»</p>	
5. Питательные среды для агrobiотехнологий	2	<p>Макро- и микроэлементы, источники углеводов, витамины, желирующие агенты. Типы питательных сред – жидкие и твердые.</p> <p>Питательные среды для биотехнологии растений.</p> <p>Разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие регуляторы роста. Методы</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: питательная среда, компоненты питательной среды, рН раствора.</p> <p>Описывать процесс приготовления питательных сред для разных объектов.</p> <p>Характеризовать процесс приготовления питательных сред в зависимости от выбранного объекта исследования.</p>



Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>оптимизации питательных сред.  Основные компоненты питательных сред (макроэлементы, микроэлементы, источники углерода, витамины, желирующие агенты, регуляторы роста).  Уровень рН питательной среды и его влияние на развитие растений.  Весы, рН-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>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 на питательных средах различного состава</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
6. Регуляторы роста как факторы успеха биотехнологии растений	4	<p>Рост и развитие растений.</p> <p>Остальные этапы онтогенеза.</p> <p>Общие закономерности роста растений.</p> <p>Основные классы фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, этилен и др.) и их функции на разных этапах развития растения.</p> <p>Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений.</p> <p>Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке.</p> <p>Лабораторная работа «Фенотипическая оценка роста и развития растений в зависимости от наличия фитогормонов в питательной среде»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: фитогормоны, регуляторы роста растений.</p> <p>Описывать процесс роста и развития растений.</p> <p>Характеризовать процесс роста и развития растений в зависимости от генотипа и окружающих условий.</p> <p>Различать функции регуляторов роста.</p> <p>Сравнивать функции регуляторов роста.</p> <p>Выявлять функции регуляторов роста по предложенным эффектам.</p> <p>Характеризовать особенности строения и функции различных фитогормонов.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип воздействия фитогормонов на рост и развитие растений</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
7. Биотехнология растений	10	<p>Возможности применения агробиотехнологий 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</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: селекция, семеноводство, питомниководство, 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</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>материала – клубней картофеля и саженцев плодовых культур.</p> <p>Культивирование растительного материала в культуре <i>in vitro</i>: основные принципы и модели культивирования. Каллусогенез, суспензионные культуры растений. Микроразмножение растений. Экономический эффект от внедрения методов биотехнологии в растениеводство. Криохранение растений. Криопротекторы. Посткриогенная регенерация. Биологические средства защиты растений: преимущества и перспективы применения. Термос и сосуд Дьюара с жидким азотом, криопробирки. Практическая работа «Размножение плодовых растений черенкованием»</p>	<p>эффективные способы получения исходного материала для селекции; оздоровления растений.</p> <p>Характеризовать особенности и функции методов селекции, способов оздоровления растений. Формулировать и объяснять принцип традиционной и ускоренной селекции, принцип работы того или иного метода оздоровления растений</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)».</p> <p>Практическая работа «Введение растений в культуру <i>in vitro</i> и поддержание чистой культуры эксплантов».</p> <p>Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке».</p> <p>Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур если не семенами?»</p> <p>Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке».</p> <p>Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала – о современных способах биологической защиты растений»</p>	
ИТОГО ПО МОДУЛЮ	34		

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
<b>Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс (34 ч)</b>			
1. Генетические ресурсы России	6	<p>Стратегии сохранения генетических ресурсов. Сохранение растений <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Биоресурсные коллекции России. Коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Гербарий БИН. Коллекция генетических ресурсов животных ВНИИГРЖ. Коллекции клеток и штаммов ВНИИСХМ.</p> <p>Исследовательская работа «По материалам форума «Генетические ресурсы России»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Описывать процесс сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Характеризовать способы сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Различать способы сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Сравнивать особенности сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Выявлять наиболее эффективный приём для сохранения конкретного образца растений.</p> <p>Характеризовать особенности и функции.</p> <p>Формулировать и объяснять</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
			принцип <i>in situ</i> и <i>ex situ</i> 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</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</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>листья, цветки с одного растения и/или с разных).</p> <p>Исследовательская работа «ГМО – это мутации или модификации?»</p>	<p>принцип действия закона гомологических рядов в наследственной изменчивости</p>
<p>3. Инженерия в биологии растений</p>	<p>15</p>	<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 <i>in silico</i> анализа. Генная инженерия зерновых культур. Генная инженерия хлопчатника. Генная инженерия</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: клеточная и генная инженерия растений, генетическое редактирование, ГМО, <i>in silico</i> анализ.</p> <p>Описывать процесс клеточной и генной инженерии растений, принципы генетического редактирования, создание ГМО, этапы <i>in silico</i> анализа.</p> <p>Характеризовать современные достижения генной и клеточной инженерии разных видов растений, проведение <i>in silico</i> анализа.</p> <p>Различать генную и клеточную инженерию.</p> <p>Сравнивать биотехнологические</p>



Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>томата. Генная инженерия сои. Генная инженерия плодовых культур. Генная инженерия картофеля.</p> <p>Практическая работа «Проведение <i>in silico</i> анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования культурного растения (на выбор)»</p>	<p>методы в селекции растений. Выявлять различия между генетическим редактированием и генетической модификацией. Характеризовать особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип клеточной и генной инженерии, генетического редактирования и генетической модификации</p>
4. Инженерия в биологии животных	5	<p>Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование. Генная инженерия в животноводстве. Практическая работа «Проведение <i>in silico</i> анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования животного» (на выбор).</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий. Описывать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Характеризовать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Различать трансплантацию эмбрионов, химерных животных,</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против»	клонирование. Сравнивать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Характеризовать особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип генной инженерии, генетического редактирования и генетической модификации
ИТОГО ПО МОДУЛЮ	34		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	68		

## **ПРИЛОЖЕНИЕ. ФИЛЬМЫ И ЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ**

---

### **Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс**

#### ***Тема 1. Биотехнология как наука***

Документальный фильм Сергея Брилева «Новый свет. Николай Вавилов». – URL: <https://smotrim.ru/video/2618068>

Документальный фильм «Семена, которые спасут человечество». – URL: [https://smotrim.ru/brand/69345?utm\\_source=search&utm\\_campaign=autocomplete](https://smotrim.ru/brand/69345?utm_source=search&utm_campaign=autocomplete)

### **Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс**

#### ***Тема 1. Генетические ресурсы России***

Документальный фильм «Золотой зеленый запас». 15 апреля 2023. – URL: <https://smotrim.ru/video/2594704>

#### ***Тема 2. Основы генетики и селекции***

Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения.

Зернобобовые. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=nCf9dl1Fpa8>

#### ***Тема 3. Инженерия в биологии растений***

Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения.

Генетическое редактирование. – URL: <https://tvspb.ru>

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
<b>Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс</b>			
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,	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: наука, биотехнология, агробiotехнологии.</p> <p>Описывать процесс выполнения исследований и прогнозировать результаты экспериментов.</p> <p>Характеризовать основные научные школы в области биотехнологии.</p> <p>Различать разделы биотехнологии как науки.</p> <p>Сравнивать связь биотехнологии с различными отраслями науки и промышленности.</p> <p>Выявлять различия между разделами биотехнологии.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип развития науки</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>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 развития  агробиотехнологий. Методы  биотехнологии в науке и практике</p>	<p>биотехнологии. Выполнение  предложенных  исследовательских работ:  «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».  Экскурсия «Биотехнология: наука и  жизнь» в вуз или НИИ</p>
<p>2. Общие понятия  биотехнологии</p>	<p>2</p>	<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</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и  понятий: объекты биотехнологии,  клетки и ткани растений, животных,  микроорганизмы.  Описывать процесс  биотехнологического производства.  Характеризовать различные  объекты биотехнологий.</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		применения биологических объектов в твоей жизни»	<p>Различать промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных как биотехнологические объекты.</p> <p>Сравнивать между собой процессы химического синтеза и биотехнологии.</p> <p>Выявлять наиболее эффективные объекты биотехнологии.</p> <p>Характеризовать особенности строения и функции различных биологических объектов.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип работы биотехнологического производства выбранной группы веществ/ материалов</p>
3. Особенности агrobiотехнологии	4	<p>Цели и задачи агrobiотехнологии.</p> <p>Основные объекты агrobiотехнологии.</p> <p>Биотехнологические подходы</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений и животных, виды коллекций генетического разнообразия.</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>для надежного сохранения коллекций генетических ресурсов растений и животных. Понятия о полевых, <i>in vitro</i> и криоколлекциях. Рост и развитие живого объекта в замкнутой системе в контролируемых условиях: как это возможно.</p> <p>Основные помещения для полноценной работы лаборатории биотехнологии (ламинарная комната, световая, автоклавная комнаты, помещение для приготовления питательных сред, моечная): их функционал и особенности.</p> <p>Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии, их функции и возможности (автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор,</p>	<p>Описывать процесс сохранения и размножения растений в контролируемых условиях среды. Характеризовать фазы роста и развития растений в замкнутой системе.</p> <p>Различать преимущества и недостатки различных типов коллекций.</p> <p>Сравнивать этапы работы в лаборатории биотехнологии.</p> <p>Выявлять наиболее эффективные приёмы для сохранения образцов растений и животных.</p> <p>Характеризовать особенности строения и функции образцов растений.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип криоконсервации растений</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др.).</p> <p>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.</p>	



<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>Инструменты для применения методов биотехнологии растений: препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы.</p> <p>Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке».</p> <p>Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разным уровнем рН»</p>	
4. Культура клеток и тканей	8	<p>Методы культуры клеток и тканей в селекции. Каллусная культура.</p> <p>Культура клеток и агрегатов клеток.</p> <p>Культура протопластов. Получение соматических гибридов методом слияния изолированных протопластов.</p> <p>Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции.</p> <p>Примеры применения культур клеток и тканей в научных</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: каллус, протопласт, соматический гибрид, гаплоид, штамм.</p> <p>Описывать процесс культивирования клеток и тканей растений и животных.</p> <p>Характеризовать разные этапы культивирования клеток и тканей растений и животных.</p> <p>Выявлять наиболее эффективные</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>исследованиях и в практике различных НИИ: знакомство литературой – научными публикациями по разным объектам (микробы, 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.</p>	<p>методы культивирования клеток и тканей растений, животных, 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>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>Практическая работа «Протопласты клеток».</p> <p>Исследовательская работа «Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их роль в развитии генетических технологий».</p> <p>Исследовательская работа «Г.Д. Карпеченко как генетик-экспериментатор и биотехнолог»</p>	
5. Питательные среды для агrobiотехнологий	2	<p>Макро- и микроэлементы, источники углеводов, витамины, желирующие агенты. Типы питательных сред – жидкие и твердые.</p> <p>Питательные среды для биотехнологии растений.</p> <p>Разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие регуляторы роста. Методы</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: питательная среда, компоненты питательной среды, рН раствора.</p> <p>Описывать процесс приготовления питательных сред для разных объектов.</p> <p>Характеризовать процесс приготовления питательных сред в зависимости от выбранного объекта исследования.</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>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>Различать типы питательных сред в зависимости от задачи культивирования.  Сравнивать растворимость веществ во время приготовления питательных сред. Сравнивать 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 на питательных средах различного состава</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
6. Регуляторы роста как факторы успеха биотехнологии растений	4	<p>Рост и развитие растений.</p> <p>Остальные этапы онтогенеза.</p> <p>Общие закономерности роста растений.</p> <p>Основные классы фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, этилен и др.) и их функции на разных этапах развития растения.</p> <p>Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений.</p> <p>Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке.</p> <p>Лабораторная работа «Фенотипическая оценка роста и развития растений в зависимости от наличия фитогормонов в питательной среде»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: фитогормоны, регуляторы роста растений.</p> <p>Описывать процесс роста и развития растений.</p> <p>Характеризовать процесс роста и развития растений в зависимости от генотипа и окружающих условий.</p> <p>Различать функции регуляторов роста.</p> <p>Сравнивать функции регуляторов роста.</p> <p>Выявлять функции регуляторов роста по предложенным эффектам.</p> <p>Характеризовать особенности строения и функции различных фитогормонов.</p> <p>Формулировать и объяснять принцип воздействия фитогормонов на рост и развитие растений</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
7. Биотехнология растений	10	<p>Возможности применения агробиотехнологий в селекции, семеноводстве и питомниководстве.</p> <p>Болезни и иммунитет растений: от Н.И. Вавилова до современности.</p> <p>Ускоренная и традиционная селекция: сокращаем сроки получения новых сортов. Основные методы селекции. Гибридизация.</p> <p>Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.</p> <p>Оздоровление растений от вирусов с помощью методов биотехнологии: методы культуры апикальных меристем, термотерапии, хемотерапии, криотерапии и комплексной терапии. Получение оздоровленного посадочного</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: селекция, семеноводство, питомниководство, микроразмножение растений, оздоровление растений.</p> <p>Описывать процесс микроразмножения растений, создания нового исходного материала для селекции, отбора, оздоровления растений и получения оздоровленного посадочного материала.</p> <p>Характеризовать процесс ускоренной и традиционной селекции, микроразмножения, оздоровления растений.</p> <p>Различать методы селекции, способы оздоровления растений.</p> <p>Сравнивать методы селекции, способы оздоровления растений.</p> <p>Выявлять наиболее и наименее</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>материала – клубней картофеля и саженцев плодовых культур.</p> <p>Культивирование растительного материала в культуре <i>in vitro</i>: основные принципы и модели культивирования. Каллусогенез, суспензионные культуры растений. Микроразмножение растений. Экономический эффект от внедрения методов биотехнологии в растениеводство. Криохранение растений. Криопротекторы. Посткриогенная регенерация. Биологические средства защиты растений: преимущества и перспективы применения. Термос и сосуд Дьюара с жидким азотом, криопробирки. Практическая работа «Размножение плодовых растений черенкованием»</p>	<p>эффективные способы получения исходного материала для селекции; оздоровления растений.</p> <p>Характеризовать особенности и функции методов селекции, способов оздоровления растений. Формулировать и объяснять принцип традиционной и ускоренной селекции, принцип работы того или иного метода оздоровления растений</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		<p>и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)».</p> <p>Практическая работа «Введение растений в культуру <i>in vitro</i> и поддержание чистой культуры эксплантов».</p> <p>Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке».</p> <p>Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур если не семенами?»</p> <p>Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке».</p> <p>Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала – о современных способах биологической защиты растений»</p>	
ИТОГО ПО МОДУЛЮ	34		



Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
<b>Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс (34 ч)</b>			
1. Генетические ресурсы России	6	<p>Стратегии сохранения генетических ресурсов. Сохранение растений <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Биоресурсные коллекции России. Коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Гербарий БИН. Коллекция генетических ресурсов животных ВНИИГРЖ. Коллекции клеток и штаммов ВНИИСХМ.</p> <p>Исследовательская работа «По материалам форума «Генетические ресурсы России»</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Описывать процесс сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Характеризовать способы сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Различать способы сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Сравнивать особенности сохранения растений в условиях <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>.</p> <p>Выявлять наиболее эффективный приём для сохранения конкретного образца растений.</p> <p>Характеризовать особенности и функции.</p> <p>Формулировать и объяснять</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
			принцип <i>in situ</i> и <i>ex situ</i> 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</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</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>листья, цветки с одного растения и/или с разных).</p> <p>Исследовательская работа «ГМО – это мутации или модификации?»</p>	<p>принцип действия закона гомологических рядов в наследственной изменчивости</p>
<p>3. Инженерия в биологии растений</p>	<p>15</p>	<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 <i>in silico</i> анализа. Генная инженерия зерновых культур. Генная инженерия хлопчатника. Генная инженерия</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий: клеточная и генная инженерия растений, генетическое редактирование, ГМО, <i>in silico</i> анализ.</p> <p>Описывать процесс клеточной и геномной инженерии растений, принципы генетического редактирования, создание ГМО, этапы <i>in silico</i> анализа.</p> <p>Характеризовать современные достижения геномной и клеточной инженерии разных видов растений, проведение <i>in silico</i> анализа.</p> <p>Различать геномную и клеточную инженерию.</p> <p>Сравнивать биотехнологические</p>

Темы занятий	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
		<p>томата. Генная инженерия сои. Генная инженерия плодовых культур. Генная инженерия картофеля.</p> <p>Практическая работа «Проведение <i>in silico</i> анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования культурного растения (на выбор)»</p>	<p>методы в селекции растений. Выявлять различия между генетическим редактированием и генетической модификацией. Характеризовать особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип клеточной и генной инженерии, генетического редактирования и генетической модификации</p>
4. Инженерия в биологии животных	5	<p>Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование. Генная инженерия в животноводстве. Практическая работа «Проведение <i>in silico</i> анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования животного» (на выбор).</p>	<p>Раскрывать содержание терминов и понятий. Описывать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Характеризовать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Различать трансплантацию эмбрионов, химерных животных,</p>

<i>Темы занятий</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Основное содержание</i>	<i>Виды деятельности обучающихся</i>
		Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против»	клонирование. Сравнивать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование. Характеризовать особенности и функции. Формулировать и объяснять принцип генной инженерии, генетического редактирования и генетической модификации
ИТОГО ПО МОДУЛЮ	34		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	68		

## **ПРИЛОЖЕНИЕ. ФИЛЬМЫ И ЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ**

---

### **Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс**

#### ***Тема 1. Биотехнология как наука***

Документальный фильм Сергея Брилева «Новый свет. Николай Вавилов». –

URL: <https://smotrim.ru/video/2618068>

Документальный фильм «Семена, которые спасут человечество». – URL:

[https://smotrim.ru/brand/69345?utm\\_source=search&utm\\_campaign=autocomplete](https://smotrim.ru/brand/69345?utm_source=search&utm_campaign=autocomplete)

### **Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс**

#### ***Тема 1. Генетические ресурсы России***

Документальный фильм «Золотой зеленый запас». 15 апреля 2023. – URL:

<https://smotrim.ru/video/2594704>

#### ***Тема 2. Основы генетики и селекции***

Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения.

Зернобобовые. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=nCf9dl1Fpa8>

#### ***Тема 3. Инженерия в биологии растений***

Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения.

Генетическое редактирование. – URL: <https://tvspb.ru>