Рабочая программа элективного курса
«Генетика, селекция и биотехнология растений и животных»
(10-11 класс)
(агротехнологический профиль)

Автор-составитель:
Новожилова И.Н., методист сектора естественнонаучного и технологического образования
ЦНППМПР АОУ ВО ДПО «ВИРО»

Пояснительная записка

Рабочая программа элективного курса «Генетика, селекция и биотехнология растений и животных» (агротехнологический профиль) для среднего общего образования (далее – Программа) разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО).

Программа ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы среднего общего образования с учетом интересов участников образовательных отношений. Настоящий курс предназначен для углубленного изучения биологических явлений и закономерностей, расширения базовых знаний, развития практических умений и навыков в современной биологии.

Программой предусмотрено формирование современного теоретического уровня знаний, а также практического опыта работы с информацией и результатами экспериментов, овладение приемами учебно-исследовательской деятельности. Методы организации образовательной и учебно-исследовательской деятельности предусматривают формирование у обучающихся нестандартного творческого мышления, практических навыков и индивидуальности достижений. Для полного учета потребностей обучающихся в Программе используется комплексный подход, а именно изучается генетика и селекция растений и животных.

Содержание Программы дополнено алгоритмами современных агротехнологических направлений селекции для формирования знаний и умений обучающихся в области селекции растений и животных, что стимулирует развитие познавательной деятельности и исследовательских навыков.

Программа ориентирована на обучающихся классов агротехнологического профиля. Программа элективного курса разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания, учитывает психолого-педагогические особенности обучающихся старших

классов. 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.

Реализация программы предполагает использование форм работы, которые предусматривают активность и самостоятельность обучающихся, сочетание индивидуальной и групповой работы, проектную и учебно-исследовательскую деятельность. Вовлеченность обучающихся в данный курс будет способствовать их профессиональному самоопределению в области профессий агропромышленного комплекса.

Программа может быть реализована в работе с обучающимися 10 и 11 классов агротехнологического профиля. Программа курса имеет модульный характер и рассчитана на 68 часов за два года обучения.

10 класс

Модуль 1. «Генетические основы селекции растений» (10 часов)

Модуль 2. «Генетические основы селекции животных» (24 часа)

11 класс

Модуль 3. «Технологии в селекции и выращивании растений» (21 час)

Модуль 4. «Технологии в селекции и выращивании животных» (13 часов)

Программой 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.

Оценивание освоения содержания проводится в соответствии с планируемыми предметными и метапредметными результатами Программы в следующих формах: устный опрос, выполнение практикума, тестирования на знание и понимание теоретического материала, зачета по решению задач, результатов выполнения мини-проектов.

Учебно- методический комплекс реализации Программы

1. Генетика, селекция и биотехнология животных: 10-11-е классы: учебное пособие для агротехнологического профиля/ П.М. Бородин, Е.Н. Воронина, Н.Р. Баттуллин и др.; под ред. П.М. Бородина, Е.Н. Ворониной. - Москва: Просвещение, 2026 .-320 с.: ил. – Шаг в агротех)
2. Генетика, селекция и биотехнология растений: 10-11-е классы: учебное пособие для агротехнологического профиля/ Е.К.Хлесткина, Е.А. Крылова,

Ю.В. Ухатова и др.; под ред. Е.К. Хлесткиной. - Москва: Просвещение, 2026.-304 с.: ил. – Шаг в агротех)

Содержание элективного курса

10 класс (34 часа)

Модуль 1. «Генетические основы селекции растений» (10 часов)

Доместикация и основы систематики культурных растений (4 часа)

Основные культурные растения. Мировые центры происхождения культурных растений по Н.И. Вавилову. Дикие родичи культурных растений. Разнообразие культурной флоры в гербарных коллекциях. Коллекции генетических ресурсов растений. Механизмы доместикации. Практическая работа «Анализ результатов изучения родственных видов ломоноса». Практическая работа «Определение полевых культур в составе зерновой смеси».

Генетика и геномика растений (3 часа)

Особенности организации ядерного генома растений. Особенности деления клеток у полиплоидных растений. Кариотип. Методы анализа полиморфизма ДНК у растений. Генетика и геномика у видов растений со сложным геномом. Цитоплазматическая наследственность у растений. Частная генетика растений. Практическая работа «Особенности дикорастущих и культурных форм, методы предотвращения осыпания семян».

Развитие и размножение растений (3 часа)

Жизненные циклы и фазы развития растений. Оплодотворение у цветковых растений. Образование и развитие семян. Фоторегуляция развития растений. Гормональная регуляция развития растений. Генетическая регуляция развития растений. Особенности размножения и развития основных культурных растений. Практическая работа «Строение семян».

Модуль 2. «Генетические основы селекции животных» (24 часа)

Теория генетики (5 часов)

Молекулярные основы наследственной информации. ДНК. РНК и белки. Признаки и их варианты. Как гены контролируют развитие признаков. Как признаки передаются от родителей к потомкам и как возникают их новые комбинации. Менделевская генетика. Моногибридное скрещивание. Аллельные варианты (неполное доминирование, множественные аллели, неполная пенетрантность). Что такое полимеразная цепная реакция (ПЦР). Законы Менделя. Наследование, сцепленное с полом. Взаимодействие с полом. Нарушение законов Менделя. Гены и геномы. Секвенирование. Геномное картирование. Использование Генетических маркёров. Определение родства, родословные, филогенетические деревья.

Теория селекции (6 часов)

Генетика количественных признаков. Коэффициент наследуемости. Формы искусственного отбора. Маркёр-ориентированная селекция. Геномная селекция. Практическая работа «Селекционер».

Одомашнивание (7 часов)

Пути одомашнивания. Место и время одомашнивания. Механизмы одомашнивания. Естественный отбор и искусственный отбор. Изоляция дрейф генов, имбридинг. Практическая работа «Моделирование отбора и генетического дрейфа с популяции». Морфологические изменения животных при одомашнивании. Физиологические изменения животных при одомашнивании. Изменения поведения животных при одомашнивании. Экспериментальное одомашнивание. Синдром одомашнивания. Проектная работа «Фенотипическое разнообразие диких видов семейства собачьи и пород домашних собак: наблюдения, анализ, выводы».

Происхождение разнообразных пород домашних животных (6 часов)

Крупный рогатый скот. Мелкий рогатый скот. Домашняя свинья. Домашняя лошадь. Домашняя собака. Домашняя кошка. Домашний кролик. Сельскохозяйственные птицы. Домашний голубь. Одомашнивание рыб. Медоносная пчела. Тутовый шелкопряд. Практическая работа «Характеристика групп пород собак». Практическая работа «Изучение поведения домашней птицы».

11 класс (34 часа)

Модуль 3. «Технологии в селекции и выращивании растений» (21 час)

Растение и стресс (3 часа)

Стрессы абиотической и биотической природы. Ответные реакции растений на действие стрессоров. Стресс-реакция и специализированная адаптация. Специфические и неспецифические стрессовые реакции растений. Стрессовые белки и их функции. Низкомолекулярные соединения в ответ на стресс. Практическая работа «Влияние засоления на рост и развитие растений редиса».

Инженерия в биологии растений (3 часа)

Традиционная биотехнология. Методы культуры клеток и тканей. Клеточная инженерия растений. Рекомбинантные плазмиды и клонирование генов. Генная инженерия растений. Геномное редактирование. Практическая работа «Создаем хлебную закваску». Практическая работа «Меристема: строение верхушки побега элодеи канадской (или апикальной меристемы картофеля)».

Селекция растений (3 часа)

Искусственный отбор. Комбинационная селекция. Отдалённая гибридизация. Гетерозис и гибридная селекция. Биотехнология для селекции. Генетика и геномика для селекции. Практическая работа «Главное уравнение селекционера». Проекты «Сорт или гибрид?», «Моя селекция». Экскурсия «Знакомство с микроклональным размножением».

Основы почвоведения и сельскохозяйственной микробиологии (3 часа)

Типы и структура почв, почвообразование, плодородие почвы. Неорганические вещества почвы и минеральное питание растений. Почвенная микробиота. Метагеномика. Азотфиксирующие бактерии. Основы симбиогенетики. Почвенные бактерии, благоприятно влияющие на рост и развитие растений.

Основы растениеводства и защиты растений (3 часа)

Сортоиспытание и сортовая идентификация. Семеноводство и питомниководство. Полеводство. Уход за растениями в условиях защищенного грунта. Садоводство. Защита растений. Практическая работа «Учимся делать прививку» (три варианта).

Агроэкосистемы (3 часа)

Агросистема и ее компоненты. Виды агроценозов. От субтропиков до Заполярья: Агроценозы России. Искусственные и естественные экосистемы. Биологизация земледелия. Естественно-биологическая система земледелия.

Продовольственная безопасность России (3 часа)

От научной делянки до прилавка: как производят хлеб. От растений в пробирке до ценного производственного сырья: крахмал. Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве. Как сделать свой первый шаг в науку. Продовольственная безопасность России. Практическая работа «Выделение и сравнение содержания крахмала в двух сортах картофеля».

Модуль 4. «Технологии в селекции и выращивании животных» (13 часов)

Генетические технологии в животноводстве (3 часа)

Животные с проектированным геномом. Редактирование генома. Как получить животное с редактированным геномом. Клонирование животных. Гуманизация животных. Трансгенные животные.

Технология содержания сельскохозяйственных животных (10 часов)

Племенное дело. Технология содержания крупного рогатого скота. Племенное дело в скотоводстве. Практикум «Молоко молоку рознь». Технология содержания коз и овец. Технологии современного свиноводства. Племенное дело в свиноводстве. Технология содержания лошадей. Племенное дело в коневодстве.

Технология содержания сельскохозяйственной птицы. Технология содержания и разведения рыб. Животноводство и окружающая среда. Проектная работа Исследования влияния животноводческих хозяйств на качество воды и почвы в сельских регионах России с акцентом на локальные экосистемы и здоровье населения» Взаимодействие человека и животных. Биоэтика. Человек одомашнивающий. Выбор профессии? Нет, выбор судьбы!

Планируемые 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 отношения 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:

По завершению 10 класса:

-знать и классифицировать основные группы культурных растений: зерновые, масличные, технические, овощные, плодовые, кормовые, лекарственные.
-анализировать химический состав растений (белки, жиры, углеводы, витамины, крахмал, масла) по предоставленным данным.
-определять мировые центры происхождения культурных растений по Н.И. Вавилову (Средиземноморский, Ближневосточный, Индийский, Китайский и др.).
-сравнивать дикие и культурные формы растений по морфологическим и генетическим признакам.
-объяснять понятия «бутылочное горлышко доместикации», «генетические ресурсы» и «Зеленая революция».
-разрабатывать методы предотвращения осыпания семян (сравнение сортов, агротехнологические приемы).
-объяснять роль полиплоидии в селекции (автополиплоиды и аллополиплоиды).
-решать задачи на схемы скрещивания (свекла сахарная, картофель).
-характеризовать методы анализа ДНК (ПЦР, рестрикция, секвенирование, микросателлиты).
-решать задачи на хромосомные мутации (моносомия, нуллисомия, тетрасомные линии).
-описывать цитоплазматическую наследственность (мужская стерильность, ДНК-штрихкодирование).
-описывать этапы онтогенеза растений (семя → проросток → взрослое растение).
-объяснять двойное оплодотворение у покрытосеменных растений и его биологическое значение.
-раскрывать роль фитохромов и фитогормонов (ауксины, цитокинины, абсцизовая кислота, гиббереллины).
-сравнивать способы вегетативного размножения (черенкование, прививка, деление куста).
-объяснять центральную догму молекулярной биологии (ДНК → РНК → белок).
-решать задачи на мутации (точковые, хромосомные и геномные).
-формулировать и применять законы Менделя (моногибридное и дигибридное скрещивание).
-анализировать наследование, сцепленное с полом (гемофилия, дальтонизм).
-характеризовать современные методы геномного анализа (ПЦР, электрофорез, секвенирование).

-объяснять коэффициент наследуемости и методы селекционного отбора.
-сравнивать методы отбора (массовый, индивидуальный, семейный, отбор по потомству).
-решать задачи на уравнение селекционера (влияние наследственности и отбора).
-объяснять гетерозис и его значение в селекции (скрещивание линий).
-определять центры одомашнивания животных (Ближний Восток, Китай, Европа, Америка).
-объяснять механизмы одомашнивания (естественный и искусственный отбор, дрейф генов).
-моделировать изменения при одомашнивании (морфологические и поведенческие).

По завершению 11 класса:
-классифицировать стрессовые факторы (абиотические и биотические).
-описывать ответные реакции растений на стресс (аквапорины, накопление пролина, антиоксиданты).
-анализировать экспериментальные данные по влиянию стресс-факторов на растения.
-описывать методы микроклонального размножения (культура меристемы).
-характеризовать современные методы генетической инженерии (CRISPR/Cas9, трансгенез).
-сравнивать эффективность биопрепаратов и химических пестицидов.
-решать задачи на комбинационную селекцию и использование гетерозиса.
-объяснять схемы получения тритикале и других полиплоидных форм.
-применять уравнение селекционера для расчета эффективности отбора.
-анализировать показатели урожайности и продуктивности растений.
-определять этапы цифрового земледелия (датчики, дроны, искусственный интеллект).
-оценивать экологическое воздействие агротехнологий.
-объяснять методы редактирования генома (CRISPR/Cas9, GRIP).
-сравнивать клонирование и трансгенез в селекции животных.
-анализировать племенной учет и генетический потенциал животных.
-сравнивать экстенсивное и интенсивное животноводство (свиноводство, птицеводство).
-оценивать экологическое воздействие животноводческих технологий

Тематическое планирование элективного курса
10-11 классы

№ темы	Наименование изучаемой темы	Количество часов	Формы проведения занятий	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
10 класс				
Модуль 1. «Генетические основы селекции растений» (10 часов)				
1	Раздел 1. Доместикация и основы систематики культурных растений	4	Комбинированный урок, лекция с мультимедийной поддержкой. Практическая работа.	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=autocomplee Документальный фильм «Золотой зеленый запас». 15 апреля 2023. – URL: https://smotrim.ru/video/2594704 Агроклассы. Центры происхождения растений. https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a1ff6bf9-b284-4d33-a014-0932f894ca63
2	Раздел 2. Генетика и геномика растений	3	Комбинированный урок, практикум. Интерактивная лекция.	Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения. Зернобобовые. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=nCf9dl1Fpa8
3	Раздел 3. Развитие и размножение растений	3	Лекция Комбинированный урок, практикум.	Агроклассы. Генетика. Видеолекция

				https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9d7ce47f-a0f6-445f-8fd6-af8b3f092923
Модуль 2. «Генетические основы селекции животных» (24 часа)				
4	Раздел 1. Теория генетики	5	Комбинированный урок, лекция. Интерактивный тест.	Агроклассы. Генетика https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9d7ce47f-a0f6-445f-8fd6-af8b3f092923
5	Раздел 2. Теория селекции	6	Комбинированный урок, лекция с экспериментами. Кейс-метод	Агроклассы. Селекция. https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a18f1a88-4ff6-4cf7-9972-0bb272aeba8e
6	Раздел 3. Одомашнивание	7	Комбинированный урок. Кейс-метод. Дискуссия. Экскурсия	
7	Раздел 4. Происхождение разнообразных пород домашних животных	6	Комбинированный урок. Лекция. Практическая работа	Агроклассы. Как школьная биология помогает создавать агротехнологии. https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a1eb6a89-1e3b-41b6-8de8-cd82656c4b45
	Всего	**34**		
11 класс				
Модуль 3. «Технологии в селекции и выращивании растений» (21 час)				
8	Раздел 1. Растение и стресс	3	Лекция с элементами беседы, семинар	Агроклассы. Свет как экологический фактор. Лабораторная работа «Выявление приспособлений организмов к влиянию света» https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a184ce69-aa63-4d3f-ad55-46cdfeb79454
9	Раздел 2. Инженерия в биологии растений	3	Лекция с мультимедийной поддержкой, Комбинированный урок	Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения. Зернобобовые. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=nCf9dl1Fpa8 Агроклассы. Биотехнологии: вчера, сегодня, завтра https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9eb32649-

				2334-47a5-b5ca-58114b11dc67
10	Раздел 3. Селекция растений	3	Комбинированный урок, семинар, практикум	Агроклассы. Традиционные методы селекции. https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a18f1c17-bfd4-4580-a793-cb1c503bc487
11	Раздел 4. Основы почвоведения и сельскохозяйственной микробиологии	3	Комбинированный урок, практикум	Агроклассы. Профессия агронома -почвоведа https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9dbd3797-8253-4ecd-9c92-5427a74399e8
12	Раздел 5. Основы растениеводства и защиты растений	3	Комбинированный урок, практическая работа	Агроклассы Защита растений https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9d62878a-d7c9-4b61-a503-309e9ba4722e
13	Раздел 6. Агроэкосистемы	3	Лекция с элементами беседы. Семинар	Агроклассы. Антропогенные экосистемы https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a184d4ac-c863-4b13-adf7-e8c8d63f4572 Агроклассы. Широтная зональность и ее влияние https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a1ff6cd5-e982-445a-92f7-fe4c19273b24
14	Раздел7. Продовольственная безопасность России	3	Лекция с элементами беседы. Семинар	Агроклассы . Использование ИИ в отрасли https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9bf2838e-1efb-434b-8358-7693cdb6d352 Агроклассы. Россия 21 век https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9c3281b4-123f-45f3-9b16-5a8f4c5b6516
Модуль 4. «Технологии в селекции и выращивании животных» (13 часов)				
15	Раздел 1. Генетические	3	Комбинированный урок,	Агроклассы. Генетика

	технологии в животноводстве		практическая работа	будущее планеты за учеными https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/9bf287d9-b8bd-42b8-bf55-a2ca4d9a10aa
16	Раздел 2. Технология содержания сельскохозяйственных животных	10	Комбинированный урок, лекция с экспериментами, семинар	Агроклассы. Профессия веиеринара-птицевода. https://agroclasses.svoevagro.ru/account/knowledge-base/lesson/view/a09970db-291a-4dca-95ef-d8688ccb1489
	Всего	**34**		

Поурочное планирование
10 класс

№	Тема занятия	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
Модуль 1. «Генетические основы селекции растений» (10 часов)				
Раздел 1. Доместикация и основы систематики культурных растений (4 часа)				
1	Основные культурные растения. Зерновые. Масличные и технические культуры. Картофель. Овощные культуры.	1	Растениеводство. Зерновые культуры. Кукуруза и крупяные культуры. Кейс «Состав зерна». Масличные и технические культуры Кейс «Растительные масла». Овощные культуры.	Классифицировать сельскохозяйственные культуры. Анализировать химический состав зерна различных культур по таблицам Анализировать состав растительных масел масличных культур.
2	Плодовые и кормовые культуры. Мировые центры происхождения культурных растений по Н.И. Вавилову.	1	Плодовые культуры. Кормовые культуры, лекарственные растения и другие культуры. Центры происхождения культурных растений. Кейс «Результаты экспедиции Н.И. Вавилова»	Создавать гербарий образцов кормовых культур. Знать мировые центры доместикации (по Н.И. Вавилову). Объяснять состав традиционных блюд на основе основных культур региона.

3	Дикие родичи культурных растений. Практическая работа «Определение полевых культур в составе зерновой смеси» Разнообразие культурной флоры в гербарных ко Практическая работа «Анализ результатов изучения родственных видов ломоноса»	1	Генетическое разнообразие сортов. Дикие виды. Дикие родичи картофеля, зернобобовых. Научный гербарий. Диагностические признаки, ареал.	Уметь сравнивать дикие формы и культурные сорта растений. Описывать изменения, полученные в ходе селекции. Проектировать (моделировать) требования «сорта будущего». Определять полевые культуры в составе зерновой смеси» Анализировать информацию о морфологии и фенологии на основе гербарных образцов.
4	Коллекции генетических ресурсов растений Механизмы доместикации. Практическая работа «Особенности дикорастущих и культурных форм, методы предотвращения осыпания семян».	1	Бутылочное горлышко доместикации. Сбор ценных генетических ресурсов. Мировая коллекция генетических. ресурсов культурных растений. Одомаш-нивание. Экологическая пластичность. Гены доместикации.	Раскрывать понятия Зеленая революция, Коллекция генетических ресурсов. Сравнивать и выбирать агротехнологические приемы интенсивного земледелия. Изучать особенности дикорастущих и культурных форм. Разрабатывать методы предотвращения осыпания семян. Объяснять процесс доместикации на генетическим уровне
Раздел 2. Генетика и геномика растений (3 часа)				
5	Особенности организации ядерного генома растений Особенности деления клеток у полиплоидных растений. Кариотип Методы анализа полиморфизма ДНК у растений.	1	Геном. Полиплодия у растений. Кейс «Схемы скрещивания свеклы сахарной». Компенсация дозы гена. Автополип-лоиды. Межвидовая гибридизация. Кариотип. Полиморфизм. ПЦР. Секвенирование ДНК растений. Эндонуклеазы рестрикации.	Раскрывать понятие полиплоидия. Решать задания на анализ полиплоидных рядов. Характеризовать схемы межвидовой гибридизации. Описывать и характеризовать методы анализа полиморфизма ДНК у растений
6	Генетика и геномика у видов растений со сложным геномом	1	Микросателлиты. Моносомик, нуллисомик. Хромосомная локация генов, моносомный анализ, Нуллитетрасомные линии. Секвенирование и сборка полного генома. Высокопроизводительное секвенирование. Обратная генетика, GWAS? QTL и омики. Транскрипт. Метаболом.	Описывать и характеризовать методы анализа полиморфизма ДНК у растений Раскрывать суть понятий хромосомного набора различных типов линий. Решать задачи на составление хромосомного набора.
7	Цитоплазматическая наследственность у растений	1	Нехромосомная наследственность. Цитоплазматическая	Решать задачи на долю фертильности растений. Решать задачи на скрещивания для

	Частная генетика растений		мужская стерильность. ДНК-штрихкодирование. Экономически значимые признаки у разных сельскохозяйственных растений. Решение за на устойчивость признака.	получения различных признаков устойчивости.
Раздел 3. Развитие и размножение растений (3 часа)				
8	Жизненные циклы и фазы развития растений. Оплодотворение у цветковых растений. Образование и развитие семян. Практическая работа «Строение семян».	1	Онтогенез и его этапы. Тотипотентность. Эмбриогенез. Кейс «Семена свеклы» Жизненный цикл. Формирование мужского гаметофита. Андроцей. Формирование женского гаметофита. Гинецей. Опыление. Атрактанты. Оплодотворение. Кейс «Пространственная изоляция участков семеноводства»	Рассматривать последовательно и описывать стадии онтогенеза. Подбирать условия для хранения семян на примере свеклы. Раскрывать суть процесса двойного оплодотворения (по С.Г. Навашину). Решать задания по пространственной изоляции. Умение препарировать и описывать строение семени.
9	Фоторегуляция развития растений. Гормональная регуляция развития растений.	1	Фототропизм. Эксперимент М.Х. Чайлахяна. Фитохром. Фотоморфогенез. Фототропины. Кейс «SPEED-BREEDING» Фитогормоны. Ауксины. Цитокинины. Этилен. Абсцизовая кислота. Брассиностероиды. Кейс «Как уменьшить высоту растений». Гиббереллины.	Объяснять понятие фототропизма. Объяснять эксперимент М.Х. Чайлахяна. Раскрывать суть подхода ускоренной селекции. Раскрывать понятие гормональной регуляции. Называть гормоны и их роль в развитии растений.
10	Генетическая регуляция развития растений. Особенности размножения и развития основных культурных растений.	1	Основные элементы, определяющие морфогенез растений. Гены и транскрипционные факторы. Развитие цветка. Эпигенетический контроль развития. Самонесовместимость. Вегетативное размножение. Способы вегетативного размножения. Прививка. Кейс «Производство рассады земляники».	Описывать основные моменты, определяющие морфогенез растений. Объяснять суть эпигенетического контроля Характеризовать особенности размножения и развития культурных растений. Выбирать и проводить приемы различных способов вегетативного размножения.
Модуль 2. «Генетические основы селекции животных» (24 часа)				
Раздел 1. Теория генетики (5 часов)				

11	Молекулярные основы наследственной информации. ДНК. РНК и белки Признаки и их варианты. Как гены контролируют развитие признаков.	1	Строение ДНК, РНК и белки. Центральная догма молекулярной биологии. Этапы реализации наследственной информации. Репликация РНК. Транскрипция. Трансляция. Гены и регуляция их активности на различных уровнях. Анализ данных по экспрессии генов. Изменчивость наследственная и ненаследственная. Мутации. Типы мутаций и их последствия. Аллели.	Раскрывать содержание понятия и терминов: ДНК, РНК, белки. Характеризовать особенности строения, свойства и функции нуклеиновых кислот. Описывать процессы, происходящие при синтезе белка. Решать задания на построение цепи ДНК, мРНК (иРНК), полипептидной цепи. Определять длину фрагмента ДНК. Раскрывать содержание понятия и терминов: ген, экспрессия гена, признак, генотип, фенотип, изменчивость. Характеризовать особенности белков как структурно-функциональных частей клетки. Описывать процессы, происходящие при мутациях на разных уровнях. Решать задания на построение цепи ДНК, мРНК (иРНК), полипептидной цепи с мутациями. Определять тип мутации
12	Как признаки передаются от родителей к потомкам и как возникают их новые комбинации Менделевская генетика. Моногибридное скрещивание	1	Хромосомы: строение, плоидность, функция и их наборы. Локус. Варианты аллелей. Клеточное деление. Этапы митоза и мейоза. Комбинативная изменчивость. Законы Менделя	Раскрывать содержание терминов и понятий: аллели, хромосомы. Описывать процессы митоза и мейоза, кроссинговера. Используя базу OMIA (https://omia/org/), определять какие наследственные болезни встречаются в породе. Различать пары нормальные-мутантные и рецессивные-доминантные аллели. Моделировать процессы митоза и мейоза. Решать задания на хромосомный набор (плоидность и число хромосом, число молекул ДНК, изменения после митоза и мейоза; состояние клетки в разных фазах клеточного цикла (G_1, S, G_2, профаза, метафаза и др.) Формулировать и объяснять законы Менделя: закон единообразия гибридов первого поколения, закон расщепления. Решать задачи на применение данных законом при несцепленном наследовании полном доминировании).

13	Аллельные варианты (неполное доминирование, множественные аллели, неполная пенетрантность) Что такое полимеразная цепная реакция (ПЦР)	1	Неполное доминирование и множественные аллели. Плейотропия. Неполная пенетрантность и вариабельная экспрессивность Схема ПЦР. Условия и этапы, преимущества и ограничения. Электрофорез. Секвенирование. Применение ПЦР в животноводстве.	Анализировать условия, формулировать и объяснять алгоритмы решения генетических задач Раскрывать содержание, этапы и компоненты метода ПЦР. Рассчитывать количество молекул ДНК, полученных в результате ПЦР. Проводить элементарный анализ результатов ПЦР и электрофореза, факторов, приводящих к ложно-положительным и ложно-отрицательным результатам.
14	Законы Менделя. Наследование, сцепленное с полом. Взаимодействие с полом. Нарушение законом Менделя Гены и геномы. Секвенирование. Геномное картирование	1	Закон независимого наследования признаков. Наследование, сцепленное с полом. Эпистаз. Изменение признака при мутации множественных генов. Расшифровка геномов. Генетическая карта хромосом. Картирование генов. Полиморфные локусы. Разнообразие маркеров в геноме. Генетический паспорт.	Формулировать и объяснять законы Менделя: закон независимого наследования признаков. Решать задачи данного типа. Моделировать процессы синтеза пигмента (тирозиназы у кроликов). Решать задачи на сборку протяженных последовательность при расшифровке генома. Объяснять явление однонуклеотидного полиморфизма, ОНП-маркеры (генотипирования).
15	Использование генетических маркёров. Определение родства, родословные, филогенетические деревья	1	Идентификация особей. Оценка информативности STR-маркеров. Видовая идентификация образца. Филогенетические деревья. Генетические маркеры, ассоциированные с наследственными заболеваниями.	Объяснять процесс идентификация особей STR-маркёрами. Уметь проводить идентификацию потомства и оценку информативности STR-маркеров в племенном стаде, работать с филогенетическими деревьями на основе анализа митохондриальных ДНК.
Раздел 2. Теория селекции (6 часов)				
16	Генетика количественных признаков	1	Понятие количественного признака. Аддитивное наследование. Полногеномный анализ ассоциаций, его преимущества и недостатки. База данных с результатами полногеномного анализа.	Раскрывать содержание понятий: количественный анализ, аддитивное наследование, полногеномный анализ ассоциаций. Уметь проводить и объяснять, интерпретировать результаты генотипирования.
17	Коэффициент наследуемости	1	Понятие коэффициента наследуемости. Корреляция в появлении	Объяснять понятие коэффициент наследуемости, анализировать данные и выводить корреляцию в проявлении

			признаков у родственников. Коэффициент корреляции. Ответ на отбор. Коэффициент наследуемости в селекции	признака у родственников. Рассчитывать коэффициент корреляции и коэффициент наследуемости, селекционный потенциал, ответ на отбор. Выдвигать гипотезы, объясняющие различия в коэффициентах наследуемости для разных признаков.
18	Формы искусственного отбора	1	Селекция. Массовый отбор. Индивидуальный отбор. Семейный отбор. Отбор по качеству потомков. Отбор по селекционным индексам. Тандемный отбор. Селекционное плато. Гетерозис. Гипотеза доминирования и сверхдоминирования.	Объяснять сходство и различия в методах отбора, обосновывать их применение и эффективность (способы преодоления селекционного плато). Раскрывать понятие гетерозиса и гипотезы его механизмов.
19	Маркёр-ориентированная селекция	1	Принцип маркёр-ориентированной селекции и его применение. Метод генотипирования с помощью микрочипов.	Приводить примеры количественных признаков для селекции. Объяснять методы генотипирования с помощью микрочипов, суть маркерно-ориентированной селекции для сохранения и улучшения аллеля.
20	Геномная селекция	1	Направление геномной селекции. Племенная ценность. Факторы, влияющие на племенную ценность.	Раскрывать понятие геномной селекции. Оценка племенной ожидаемой ценности и отбор по ней генотипов.
21	Практическая работа «Селекционер».	1	Селекционер. Племенное дело.	Выполнять расчеты на отбор ожидаемого ответа на основе уравнения селекционера по заданным маркёрам
Раздел 3. Одомашнивание (7 часов)				
22	Кто такие домашние животные? Пути одомашнивания	1	Одомашнивание. Игра «Домашние животные». Характеристики, препятствующие одомашниванию. Исследовательская работа «Оценка дистанции бегства» Комменсализм. Путь межвидового усыновления. Путь охоты. Кейс «Эволюция охоты: от выживания к развлечению».	Анализировать характеристики животных для одомашнивания. Раскрывать значение предположения о склонности человека ухаживать за животными, способах одомашнивания.
23	Место и время одомашнивания	1	Численность видов, пригодных к одомашниванию. Центры одомашнивания. Распространение	Знать центры одомашнивания животных и периоды одомашнивания.

			технологии одомашнивания. Проект «Одомашнивание животных: мозаика истории, географии и культуры»	
24	Механизмы одомашнивания Естественный отбор и искусственный отбор Механизмы одомашнивания Изоляция дрейф генов, имбридинг	1	Естественный отбор в неволе. Искусственный отбор. Изоляция. Дрейф генов. Имбридинг. Имбредная депрессия.	Объяснять механизмы одомашнивания, анализировать полезных признаков Объяснять генетическую основу факторов экономики
25	Практическая работа «Моделирование отбора и генетического дрейфа с популяции» Морфологические изменения животных при одомашнивании. Практическая работа «Определение типа строения черепа животных». Практическая работа «Определение пропорций тела у домашних животных по изображениям».	1	Закон Харди-Вайберга. Генетический дрейф. Бутылочное горлышко. Практическая работа «Моделирование отбора и генетического дрейфа с популяции» Окрас (масть). Практическая работа «Анализ информации о морфологических признаках». Шерстный покров. Кожный покров. Телосложение. Изменения скелета у птиц.	Моделировать механизмы отбора Анализировать морфологические признаки по изображениям
26	Физиологические изменения животных при одомашнивании Изменения поведения животных при одомашнивании. Проект «Влияние одомашнивания на разнообразие поведенческих черт домашних животных».	1	Пищеварительная, дыхательная, кровеносная, репродуктивная системы. Выделительная система. Этология. Теория Николаса Тинбергена. Адаптации собак, кошек, лошадей. Аллорубинг, аллогруминг, Типы поведения.	Объяснять физиологический изменения у одомашненных животных Объяснять основы этологии домашних животных, рассматривать изменение поведения как фактор одомашнивания.

27	Экспериментальное одомашнивание Синдром одомашнивания	1	Предпосылки и цель эксперимента. Выбор объекта. Побочные последствия эксперимента. Сравнение синвенсов. Причины, описание, гипотезы.	Анализировать предпосылки и цели экспериментов по одомашниванию Понимать явление синдром одомашнивания, объяснять гипотезы о причинах его появления
28	Проектная работа «Фенотипическое разнообразие диких видов семейства собачьи и пород домашних собак: наблюдения, анализ, выводы»	1	Проектная работа «Фенотипическое разнообразие диких видов семейства собачьи и пород домашних собак: наблюдения, анализ, выводы»	Наблюдать, анализировать и делать выводы по статистическим данным о результатах исследования
Раздел 4. Происхождение разнообразных пород домашних животных (6 часов)				
29	Крупный рогатый скот Мелкий рогатый скот	1	Одомашнивание. Мясные и молочные породы. Домашние породы. Породы коз. Домашние овцы. Мериносы.	Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород различной производственной направленности. Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород различной производственной направленности.
30	Домашняя свинья Домашняя лошадь	1	Домашние свиньи. Породы свиней. Одомашнивание. Породы лошадей. Рекорды в мире лошадей.	Различать характеристики пород различной производственной направленности. Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород различной производственной направленности.
31	Домашняя собака Домашняя кошка Домашний кролик. Практическая работа «Характеристика групп пород собак»	1	Одомашнивание. Неотения. Одомашнивание кошки. Формирование кошачьих пород. Пушные звери. (Хищные и млекопитающие) Одомашнивание. Породы кроликов. Содержание и разведение кроликов.	Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород различной производственной направленности. Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород различной производственной направленности. Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород

32	Сельскохозяйственные птицы Домашний голубь Практическая работа «Изучение поведения домашней птицы»	1	Домашние куры. Индейки. Утки. Мускусная утка. Практическая работа «Изучение поведения домашней птицы» Одомашнивание. Породы голубей. Голубеводство в России.	Анализировать результаты наблюдения за домашней птицей. Характеризовать особенности одомашнивания. Различать характеристики пород
33	Одомашнивание рыб	1	Аквакультура. Условия содержания. Селекция рыб. Кейс «Программа одомашнивания»	Характеризовать особенности аквакультуры.
34	Медоносная пчела Тутовый шелкопряд	1	Одомашнивание. Кейс «Происхождение пчел». Биологические особенности пчелиной семьи как объекта селекции. Хозяйственно полезные признаки пчел. Кейс «Проблемы пчеловодства» Одомашнивание. Стадии развития. Породы. Особенности селекционной работы с шелкопрядом. Работы Б.Л. Астаурова и В.А. Струнникова по вопросам промышленной гибридизации. Шелководство. Кейс «Перспективные признаки»	Понимать биологические особенности пчелиной семьи. Выделять хозяйственно полезные признаки. Прогнозировать проблемы пчеловодства и пути их решения. Понимать биологические особенности развития шелкопряда. Объяснять направления селекционной работы и ее перспективы.
Всего		**34 часа**		

11 класс

	Тема занятия	Количество часов	Основное содержание	Виды деятельности обучающихся
Модуль 3 «Технологии в селекции и выращивании растений» (21 час)				
Раздел 1. Растение и стресс (3 часа)				

1	Стрессы абиотической и биотической природы. Ответные реакции растений на действие стрессоров. Практическая работа «Влияние засоления на рост и развитие растений редиса»	1	Что такое стресс? Биотические стрессовые факторы. Абиотический стресс. Водный дефицит, засуха. Температурный стресс. Кейс «Холодный стресс у яблони после весенных заморозков». Засоление. Недостаток кислорода, гипоксия, аноксия. Ответ на биотические стрессы.	Раскрывать суть понятия стресс и описывать факторы стресса Описывать ответные реакции растений на различные факторы стресса. Проводить эксперимент по изучению влияния засоленных почв на рост и развитие растений. Анализировать динамику эксперимента.
2	Стресс-реакция и специализированная адаптация. Специфические и неспецифические стрессовые реакции растений.	1	Адаптация растений в аридном климате. Суккуленты. Цикл Кальвина. Адаптация к засолению, к переувлажнению, к различному уровню освещенности, к воздействию низких температур. Приспособления для защиты от животных и различных патогенов. Стрессовые реакции. Недостаток воды, взаимодействие с тяжелыми металлами.	Приводить примеры адаптаций растений к воздействию конкретного фактора. Составлять схемы, поясняющие неспецифические реакции растений на стресс.
3	Стрессовые белки и их функции. Низкомолекулярные соединения в ответ на стресс.	1	Криопротекторы. Аквапорины. Белки теплового шока. Пролин. Бетаин. Полиамины. Аскорбиновая кислота. Глутатион. Каротиноиды и флаваноиды. Флавоноиды. Токоферол.	Решать задачи на мутацию в ДНК, расчет доли устойчивых по конкретному признаку культур. Уметь объяснять ответную реакцию растений на стресс.
Раздел 2. Инженерия в биологии растений (3 часа)				

4	Традиционная биотехнология. Методы культуры клеток и тканей. Практическая работа «Создаем хлебную закваску». Практическая работа «Меристема: строение верхушки побега элодеи канадской (или апикальной меристемы картофеля)»	1	Хлебопечение. Засолка. Брожение. Практическая работа «Создаем хлебную закваску». Кейс «Как приготовить чай» Микроклональное размножение растений. Метод гаплоидов. Практическая работа «Меристема: строение верхушки побега элодеи канадской (или апикальной меристемы картофеля)»	Описывать основные этапы технологи хлебопечения, засолки, брожения, ферментации. Объяснять суть этапов микроклонального размножения растений. Изучать строение верхушечных меристем на примере различных органов.
5	Клеточная инженерия растений. Рекомбинантные плазмиды и клонирование генов.	1	Соматическая гибридизация. Клеточная селекция. Плазмиды. Ферменты генетической инженерии.	Описывать этапы процесса сомати-ческого гибрида в виде схем. Описывать этапы схемы молекулярного клонирования, рекомбинантной плазмиды.
6	Генная инженерия растений. Геномное редактирование.	1	Трансгенез. Кейс «Трансгенные организмы» Трансактивирующая CRISPR РНК. Кейс «Аленький цветочек» (геномное редактирование)	Описывать этапы схемы получения трансгенного растения Раскрывать суть функции тракрРНК, как примера геномного редактирования
Раздел 3. Селекция растений (3 часа)				
7	Искусственный отбор. Комбинационная селекция.	1	Бессознательный отбор. Сознательный отбор. Кейс «Как сортировать клубни». Кейс «Как вырастить большую тыкву». Массовый отбор. Индивидуальный отбор. Принцип комбинационной селекции. Ускорение селекции, достижения комбинационной генетики. Новая Зеленая революция.	Уметь применять основное уравнение селекционера при отборе по фенотипу при полигенном наследовании Решать задачи на ускорение селекции

8	Отдалённая гибридизация. Гетерозис и гибридная селекция.	1	Фертильный аллополиплоид. Тритикале. Схема получения тритикале. Интрогрессивные линии. Кейс «Выбор». И.В. Мичурин. Схема получения чистых линий и гетерозисных гибридов. Инбридинг. Кейс «Какие семена лучше». Цитоплазматическая мужская стерильность. Гетерозис у обоеполых и самоопыляемых растений.	Решать задачи по обеспечению устойчивости урожаем зерновых культур в условиях неблагоприятных прогнозов климатологов и фитопатологов. Объяснять схемы получения чистых линий и гетерозисных гибридов.
9	Биотехнология для селекции. Генетика и геномика для селекции. Практическая работа «Главное уравнение селекционера». Проекты «Сорт или гибрид?», «Моя селекция». Экскурсия «Знакомство с микроклональным размножением».	1	Применение клеточных технологий. Кейс «Банки здоровых сортов». Экскурсия «Знакомство с микроклональным размножением». Метод гаплоидов. Метод удвоения гаплоидов. Улучшение генотипов растений. Законодательная норма генной инженерии. Индуцированный мутагенез. Кейс «Перспективные линии» ДНК- маркёр. Метод паспортизации сортов и пород. Геномная селекция.	Умение составлять схемы технологических процессов микроклонального разложения в общем виде Характеризовать эффективность/ неэффективность метода массового отбора на примере конкретного эксперимента. Уметь использовать главное уравнение селекционера.
Раздел 4. Основы почвоведения и сельскохозяйственной микробиологии (3 часа)				
10	Типы и структура почв, почвообразование, плодородие почвы. Неорганические вещества почвы и минеральное питание растений.	1	Почвоведение. Гумус. Биокосное тело. Почвообразование. Структура почвы. Плодородие почвы. Торф. Механический состав почвы. Вода в почве. Засоление. Минеральное питание растений. Гидропоника. Кейс «Что такое мелиорация?»	Сравнивать структуру и химический состава различных типов почв. Уметь определять тип почвы по гранулярному составу (треугольник Ферре). Выделять положительные и отрицательные стороны гидропоники

11	Почвенная микробиота. Метагеномика. Азотфиксирующие бактерии.	1	Почвенные микроорганизмы. Ризосферные бактерии. Метагеномика. Круговорот азота, углерода. Микориза. Эндомикориза. Безмикоризные растения Уравнение азотфиксации. Безазотная среда Эшби (метод почвенных комочков). Метод истощающего штриха. Сидераты.	Описывать круговороты веществ в почве, роль почвенной микробиоты Уметь выделять азотфиксирующие бактерии из почвы (метод истощающего штриха)
12	Основы симбиогенетики. Почвенные бактерии, благоприятно влияющие на рост и развитие растений.	1	Образование клубеньков. Гены симбиоза. Солюбилизация. Бактерии, синтезирующие сидерофоры. Растительные гормоны и ферменты, синтезируемые бактериями.	Уметь объяснять генные основы симбиоза. Объяснять роль бактерий в круговороте форфора
Раздел 5. Основы растениеводства и защиты растений (3 часа)				
13	Сортоиспытание и сортовая идентификация. Семеноводство и питомниководство.	1	Основные задачи сортоиспытания. Идентификация достижений. Регистрация новых сортов. Задача «Идеальный картофель» Оригинатор сорта. Разделение семян на категории качества. Посадочный материал питомников. Кейс «Красивый город».	Знать основные задачи сортоиспытание. Объяснять необходимость испытания новых сортов на отличимость, однородность, и стабильность. Раскрывать этапы семеноводства в научно-производственной цепочке. Уметь категорировать семена.

14	Полеводство. Уход за растениями в условиях защищенного грунта. Практическая работа «Определение зернобобовых по листьям»	1	Озимые и яровые. Зернобобовые, технические культуры. Культуры закрытого грунта	Знать причины и факторы, влияющие на севооборот. Объяснять и обосновывать выбор агротехнологических приемов обработки почвы. Научиться определять зернобобовые Уметь подбирать значимые условия для перевода растение на выращивание в условиях защищенного грунта
15	Садоводство. Защита растений Практическая работа «Учимся делать прививку» (три варианта)	1	Огородничество. Плодоводство. Практическая работа «Черенкование черной смородины». Вредный организм. Карантинный объект. Агротехнологические методы защиты. Химические и генетические методы защиты Кейс «Осенние заботы садовода»	Уметь применять агротехнологические приемы для вегетативного размножения садовых культур. Анализировать различные методы защита растений
Раздел 6. Агроэкосистемы (3 часа)				
16	Агросистема и ее компоненты. Виды агроценозов.	1	Агроценоз. Доминанирующий вид.Сорные культуры и севооборот. Схема севооборота Болотова А.Т. Инвазивные растения (пришельцы) Богара. Бахча. Садовые, сенокосные и пастбищные агроценозы. Агросистемы закрытого грунта.	Раскрывать понятие агроценоза и его свойствах. Обосновывать преимущества смешанных посевов. Объяснять выбор факторов для правильного севооборота. Описывать различные агроценозы по плану.

17	От субтропиков до Заполярья: агроценозы России. Искусственные и естественные экосистемы.	1	Арктические и полярного типа агроэкосистемы. Тропический тип. Кейс «Киви-эксперименты» Тип отбора. Источник энергии в природных и искусственных биоценозах. Экскурсия «Знакомство с агросистемой закрытого грунта» Проект «Искусственный и естественный агроценоз»	Подбирать культуры для выращивания в открытом грунте для регионом с различным климатом. Объяснять роль отбора в устойчивости и стабильности экосистем. Учитывать энергетические вложения для поддержания искусственных экосистем.
18	Биологизация земледелия. Естественно-биологическая система земледелия.	1	Восстановление биологической активности почвы. Биологическая защита растений Энтомофаги. Биопрепараты. Биопестициды. Феромоны.	Раскрывать и анализировать биологические способы защиты растений. Сравнивать химические и биологические пестициды
Раздел 7. Продовольственная безопасность России (3 часа)				
19	От научной делянки до прилавка: как производят хлеб. От растений в пробирке до ценного производственного сырья: крахмал. Практическая работа «Выделение и сравнение содержания крахмала в двух сортах картофеля».	1 1	Хлеб, виды, технология приготовления (12 стадий). Клейковина. Ингредиенты. Экономика расходов на хлеб Биотехнологические методы. Крахмал: структура, применение.	Знать историю создания технологии хлебопечения. Основы технологии современного производства (12 стадий) Проводить лабораторные исследования крахмала в различных сортах картофеля.
20	Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве. Как сделать свой первый шаг в науку.	1	Учет неоднородности экосистемы. Технологии сбора и хранения информации об экосистемах. Прогнозирование. Точные методы агротехники. Гражданская наука. Сбор и анализ данных для проектов. Искусственный интеллект.	Знать принципы точного земледелия. Обосновывать использование цифровых датчиков для наблюдения за состоянием агроценозов. Уметь собирать и анализировать данные для проектов.

21	Продовольственная безопасность России. Обобщение	1	Основы аграрной экономики. Практическая работа «Изучаем показатели посевных площадей, урожайности и валового сбора» Большие вызовы. Технологическое лидерство и биоэкономика	Знать основы аграрной экономики, доктрины продовольственной безопасности и Стратегии научно-технического развития Знать перспективные направления агротехнологий
Модуль 4. «Технологии в селекции и выращивании животных» (13 часов)				
Раздел 1. Генетические технологии в животноводстве (3 часа)				
22	Животные с проектированным геномом Редактирование генома	1	Инженеринг живых систем. Поломка генов. GRIP/Cas9. Инструменты для редактирования генов. Разрыв в нужном месте генома. Модификации генома миостатина.	Объяснять возможности инженеринга живых систем, метода возвратного скрещивания Понимать основы методов редактирования генома, в том числе GRIP/Cas9
23	Как получить животное с редактированным геномом Клонирование животных	1	Получение и модификация зиготы. Перенос редактированных эмбрионов. Разрыв ДНК. Пример использования. Способы получения животных с модифицированным геномом. Клонирование.	Объяснять современные технологии редактирования генома. Объяснять схемы клонирования как способа получения потомства с заданными генетическими признака
24	Гуманизация животных. Трансгенные животные.	1	Транстплантация. Гуманизация. Трансгенез. Главное правило генного инженера	Объяснять технологии ксенотранстплантации Объяснять схемы трансгенеза. Моделирование процессов генной модификации для решения проблемы заражения домашних животных паразитами
Раздел 2. Технология содержания сельскохозяйственных животных (10 часов)				
25	Племенное дело	1	Генетический потенциал. Племенной учет. Племенное животноводство. Подбор пар	Анализировать содержание учетной карточки племенного учета
26	Технология содержания	1	Экстенсивные и	Сравнивать подходы и

	крупного рогатого скота.		интенсивные технологии.	преимущества различных технологий.
27	Племенное дело в скотоводстве	1	Ботирование и отбор. Современные селекционные программы.	Анализировать карточки селекционного центра и научные данные
28	Практикум «Молоко молоку рознь»	1	Практическая работа «Анализ белкового состава молока», «Сравнение свойств разных видов молока», Проектная работа «Генетические факторы, влияющие на молочную продуктивность и качество молока КРС»	Проводить анализ аминокислотного состава и оценку степени перевариваемости основных белков
29	Технология содержания коз и овец Технологии современного свиноводства	1	Экстенсивные и интенсивные технологии Поточное производство свинины.	Объяснять преимущества стойлового содержания мелкого рогатого скота. Объяснять схему поточного производства свинины
30	Племенное дело в свиноводстве Технология содержания лошадей Племенное дело в коневодстве	1	Селекция на сочетаемость для промышленного скрещивания. Табунное коневодство Виды чистопородного разведения.	Объяснять схемы двухпородного и трехпородного скрещивания. Характеризовать особенности культурно-табунного и конюшенного методов содержания Обосновывать генетические предпосылки выведения чистых линий
31	Технология содержания сельскохозяйственной птицы	1	Племенное и промышленное разведение птицы.	Характеризовать примеры геномной и маркёрно-ориентированной селекции факторов, влияющих на продуктивность птиц.

32	Технология содержания и разведения рыб Животноводство и окружающая среда.	1	Классификация рыбоводства. Кейс Оптимизация рыбного хозяйства Загрязнения окружающей среды. Технологические меры. Утилизация отходов.	Характеризовать различные способы рыбоводства Понимать экономические и законодательные меры защиты окружающей среды от загрязнений промышленного животноводства
33	Проектная работа «Исследования влияния животноводческих хозяйств на качество воды и почвы в сельских регионах России с акцентом на локальные экосистемы и здоровье населения»	1	Источники загрязнения, уровень загрязнения. Экологические проблемы.	Оценивать экологическое воздействие животноводства и предлагать рекомендации по снижению негативных воздействий
34	Взаимодействие человека и животных. Биоэтика. Человек одомашнивающий Выбор профессии? Нет, выбор судьбы!	1	Пять свобод животных и принципы 3R в биоэтики. Одомашнивание из природы и в природе. Загадки одомашнивания. Зооинженерия как профессиональное направление	Знать принципы 3R этики и благополучия сельскохозяйственных животных. Обобщать информацию об одомашнивании Анализировать профессиональные компетенции зооинженера.
	Всего	**34 часа**		