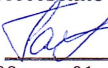


**«Рассмотрено»**  
Руководитель МО учителей  
естественно-математического  
цикла  
  
Э.Р.Галиева  
« 09 » 01 2023г.

**«Согласовано»**  
Заместитель директора по  
УР  
МБОУ Каипская ООШ  
Л.В. Тюрина  
« 09 » 01 2023г.



**«Утверждаю»**  
Директор МБОУ Каипская  
ООШ  
А.Б.Нуждин  
Приказ № 1-18 от  
« 09 » 01 2023г.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Каипская основная общеобразовательная школа  
Лаишевского муниципального района Республики Татарстан



Рабочая программа курса внеурочной деятельности

**«БИОЛОГИЯ 5-9 КЛАСС.  
ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»**

наименование программы

**Занятия, связанные с реализацией особых интеллектуальных  
и социокультурных потребностей обучающихся в рамках  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

направление развития личности обучающегося

**для 5-9 классов**  
уровень

**Составитель:**

учитель химии и биологии  
Кудряшова М.К.

2022-23

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы основного общего образования с учетом выбора участниками образовательных отношений курсов внеурочной деятельности. Это позволяет обеспечить единство обязательных требований ФГОС во всем пространстве школьного образования: не только на уроке, но и за его пределами.

**Актуальность и назначение программы.** Актуальность реализации данной программы обусловлена самой особенностью проектно-исследовательской деятельности. Эта деятельность лежит в основе познавательного интереса ребенка, является залогом умения планировать любые действия и важным условием успешной реализации идей. Любые изменения современного общества связаны с проектами и исследованиями – в науке, творчестве, бизнесе, общественной жизни. Поэтому важным элементом развития личности обучающегося является формирование основных навыков проектноисследовательской деятельности.

### **Формы занятий:**

- беседа
- обсуждение
- дискуссия
- мозговой штурм
- решение кейсов
- упражнение на отработку организаторских навыков
- коммуникативные и деловые игры
- самостоятельная работа школьников
- индивидуальные консультации педагога
- конкурс
- практические занятия

### **Виды деятельности**

- эксперимент
- исследовательская работа
- практические занятия

### **МЕСТО КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ.**

Данная программа рассчитана на работу со школьниками 5-9 классов.

Программа разбита на модули, которые могут быть использованы либо частично, либо полностью. Так модуль «Как животные и растения приспосабливаются» (эволюционная экология) предполагается для изучения в 5 или 6 классе в течение одного года (34 часа в год). Модули «Основы растениеводства» и «Биотехнология» рассчитаны на 68 часов и могут быть реализованы в течении 2-х лет (по 34 часа в год) или в течении 1 года (68 часов в год). Во втором случае возможно прохождение обоих модулей («Основы растениеводства» в 7 или 8 классе, «Биотехнологии» в 7 или 8 классе). Аналогично модули «Молекулярные основы физиологии и фармакологии» и «Молекулярные основы селекции» рассчитаны на 68 часов и могут быть реализованы в течении 2х лет (по 34 часа в год) или в течении 1 года (68 часов в год). Во втором случае возможно прохождение обоих модулей («Молекулярные основы селекции» в 8 классе, «Молекулярные основы физиологии и фармакологии» в 9 классе).

Можно рекомендовать использовать модули «Как животные и растения приспосабливаются», «Основы растениеводства», «Молекулярные основы селекции» в качестве

непрерывного образовательного цикла (5-9 класс по 1 часу в неделю) для классов агробιοтехнологической направленности. Модули «Как животные и растения приспосабливаются», «Биотехнологии» и «Молекулярные основы физиологии и фармакологии» в качестве непрерывного образовательного цикла (5-9 класс по 1 часу в неделю) для классов биотехнологического или медицинского направлений.

**Взаимосвязь с программой воспитания.** Программа курса внеурочной деятельности разработана с учетом рекомендаций примерной программы воспитания, учитывает психолого-педагогические 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 приоритете личностных результатов реализации программы внеурочной деятельности, нашедших свое отражение и конкретизацию в примерной программе воспитания;

– в возможности комплектования разновозрастных групп для организации профориентационной деятельности школьников, воспитательное значение которых отмечается в примерной программе воспитания;

– в интерактивных формах занятий для школьников, обеспечивающих большую их вовлеченность в совместную с педагогом и другими детьми деятельность и возможность образования на ее основе детско-взрослых общностей, ключевое значение которых для воспитания подчеркивается примерной программой воспитания.

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

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

#### **Личностные результаты:**

*В сфере гражданского воспитания:* готовность к конструктивной совместной деятельности при выполнении исследований и проектов, стремление к взаимопониманию и взаимопомощи.

*В сфере патриотического воспитания:* отношение к биологии как к важной составляющей культуры, гордость за вклад российских и советских учёных в развитие мировой биологической науки.

*В сфере духовно-нравственного воспитания:* готовность оценивать поведение и поступки с позиции нравственных норм и норм экологической культуры; понимание значимости нравственного аспекта деятельности человека в медицине и биологии.

*В сфере эстетического воспитания:* понимание роли биологии в формировании эстетической культуры личности.

*В сфере физического воспитания, формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия:* ответственное отношение к своему здоровью и установка на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиенических правил и норм, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность); осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курение) и иных форм вреда для физического и психического здоровья; соблюдение правил безопасности, в том числе навыки безопасного поведения в природной среде; сформированность навыка рефлексии, управление собственным эмоциональным состоянием.

*В сфере трудового воспитания:* активное участие в решении практических задач (в рамках семьи, школы, города, края) биологической и экологической направленности, интерес к практическому изучению профессий, связанных с биологией.

*В сфере экологического воспитания:* ориентация на применение биологических знаний при решении задач в области окружающей среды; осознание экологических проблем и путей их решения; готовность к участию в практической деятельности экологической направленности.

*В сфере понимания ценности научного познания:* ориентация на современную систему научных представлений об основных биологических закономерностях, взаимосвязях человека с природной и социальной средой; понимание роли биологической науки в формировании научного мировоззрения; развитие научной любознательности, интереса к биологической науке, навыков исследовательской деятельности.

*В сфере адаптации к изменяющимся условиям социальной и природной среды:* адекватная оценка изменяющихся условий; принятие решения (индивидуальное, в группе) в изменяющихся условиях на основании анализа биологической информации; планирование действий в новой ситуации на основании знаний биологических закономерностей.

### **Метапредметные результаты:**

*В сфере овладения универсальными учебными познавательными действиями:*

#### Базовые логические действия:

- выявлять и характеризовать существенные признаки биологических объектов (явлений);
- устанавливать существенный признак классификации биологических объектов (явлений, процессов), основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;
- с учётом предложенной биологической задачи выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах и наблюдениях; предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;
- выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи;
- выявлять причинно-следственные связи при изучении биологических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии, формулировать гипотезы о взаимосвязях;
- самостоятельно выбирать способ решения учебной биологической задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев).

#### Базовые исследовательские действия:

- использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;
- формулировать вопросы, фиксирующие разрыв между реальным и желательным состоянием ситуации, объекта, и самостоятельно устанавливать искомое и данное;
- формировать гипотезу об истинности собственных суждений, аргументировать свою позицию, мнение;
- проводить по самостоятельно составленному плану наблюдение, несложный биологический эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей биологического объекта (процесса) изучения,
- причинно-следственных связей и зависимостей биологических объектов между собой;
- оценивать на применимость и достоверность информацию, полученную в ходе наблюдения и эксперимента;
- самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, эксперимента, владеть инструментами оценки достоверности полученных выводов и обобщений;
- прогнозировать возможное дальнейшее развитие биологических процессов и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах.

### Работа с информацией:

- применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе биологической информации или данных из источников с учётом предложенной учебной биологической задачи;
- выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать биологическую информацию различных видов и форм представления;
- находить сходные аргументы (подтверждающие или опровергающие одну и ту же идею, версию) в различных информационных источниках;
- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями;
- оценивать надёжность биологической информации по критериям, предложенным учителем или сформулированным самостоятельно;
- запоминать и систематизировать биологическую информацию.

### *В сфере овладения универсальными учебными коммуникативными действиями Общение:*

- воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в процессе выполнения практических и лабораторных работ;
- выразить себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах;
- распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, знать и распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты, вести переговоры;
- понимать намерения других, проявлять уважительное отношение к собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения;
- в ходе диалога и/или дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой биологической темы и высказывать идеи, нацеленные на решение биологической задачи и поддержание благожелательности общения;
- сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различия и сходство позиций;
- публично представлять результаты выполненного биологического опыта (эксперимента, исследования, проекта);
- самостоятельно выбирать формат выступления с учётом задач презентации и особенностей аудитории и в соответствии с ним составлять устные и письменные тексты с использованием иллюстративных материалов.

### Совместная деятельность (сотрудничество):

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении конкретной биологической проблемы, обосновывать необходимость применения групповых форм взаимодействия при решении поставленной учебной задачи;
- принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по её достижению: распределять роли, договариваться, обсуждать процесс и результат совместной работы;
- уметь обобщать мнения нескольких людей, проявлять готовность руководить, выполнять поручения, подчиняться;
- планировать организацию совместной работы, определять свою роль (с учётом предпочтений и возможностей всех участников взаимодействия), распределять задачи

между членами команды, участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнениями, мозговые штурмы и иные);

- выполнять свою часть работы, достигать качественного результата по своему направлению и координировать свои действия с другими членами команды;
- оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, самостоятельно сформулированным участниками взаимодействия; сравнивать результаты с исходной задачей и вклад каждого члена команды в достижение результатов, разделять сферу ответственности и проявлять готовность к предоставлению отчёта перед группой;
- овладеть системой универсальных коммуникативных действий, которая обеспечивает сформированность социальных навыков и эмоционального интеллекта школьников.

*В сфере овладения универсальными учебными регулятивными действиями: Самоорганизация:*

- выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях, используя биологические знания;
- ориентироваться в различных подходах принятия решений (индивидуальное, принятие решения в группе, принятие решений группой);
- самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его часть), выбирать способ решения учебной биологической задачи с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- составлять план действий (план реализации намеченного алгоритма решения), корректировать предложенный алгоритм с учётом получения новых биологических знаний об изучаемом биологическом объекте;
- делать выбор и брать ответственность за решение.

Самоконтроль (рефлексия):

- владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии;
- давать адекватную оценку ситуации и предлагать план её изменения;
- учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной биологической задачи, адаптировать решение к меняющимся обстоятельствам;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретённому опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации;
- вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, изменившихся ситуаций, установленных ошибок, возникших трудностей;
- оценивать соответствие результата цели и условиям.

Эмоциональный интеллект:

- различать, называть и управлять собственными эмоциями и эмоциями других;
- выявлять и анализировать причины эмоций;
- ставить себя на место другого человека, понимать мотивы и намерения другого;
- регулировать способ выражения эмоций.
- Принятие себя и других;
- осознанно относиться к другому человеку, его мнению;
- признавать своё право на ошибку и такое же право другого;
- открытость себе и другим;
- осознавать невозможность контролировать всё вокруг;

- овладеть системой универсальных учебных регулятивных действий, которая обеспечивает формирование смысловых установок личности (внутренняя позиция личности), и жизненных навыков личности (управления собой, самодисциплины, устойчивого поведения).

### **Предметные результаты освоения программы**

В познавательной (интеллектуальной) сфере:

– приобретение опыта использования методов биологической науки с целью изучения биологических объектов, явлений и процессов: наблюдение, описание, проведение несложных биологических опытов и экспериментов, в том числе с использованием аналоговых и цифровых биологических приборов и инструментов;

– формирование умения интегрировать биологические знания со знаниями из других учебных предметов (физики, химии, географии, истории, обществознания и т. д.);

– формирование умений решать учебные задачи биологического содержания, выявлять причинно-следственные связи, проводить качественные и количественные расчеты, делать выводы на основании полученных результатов;

– формирование умения планировать учебное исследование или проектную работу с учетом поставленной цели: формулировать проблему, гипотезу и ставить задачи исследования, выбирать адекватно поставленной цели методы, делать выводы по результатам исследования или проектной деятельности;

– формирование интереса к углублению биологических знаний (предпрофильная подготовка и профессиональная ориентация) и выбору биологии как профильного предмета на ступени среднего полного образования для будущей профессиональной деятельности, в области биологии, медицины, экологии, психологии, ветеринарии, сельского хозяйства;

– владение навыками работы с информацией естественно-научного содержания, представленной в разной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, диаграмм, моделей, изображений), критического анализа информации и оценки ее достоверности;

– умение интегрировать биологические знания со знаниями других учебных предметов; интерес к углублению биологических знаний и выбору биологии как профильного предмета на уровне среднего общего образования для будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, экологии, ветеринарии, сельского хозяйства, пищевой промышленности, психологии, искусства, спорта - иметь четкие представления о материалистической сущности геномов живых организмов и регуляцию их работы;

– знание основных факторов окружающей среды, влияющих на развитие и существование живых организмов, адаптаций к факторам окружающей среды;

– знание основных подходов биотехнологии, использования ее достижений в современной жизни человека, особенности использования живых организмов для производственных нужд человека;

– знание основных подходов селекции и биотехнологии культурных растений, характеризовать генетически модифицированные растения, оперировать понятиями, гибридизация, отдаленная гибридизация, искусственный отбор, гетерозис, трансформация, мутагенез, генетическое редактирование;

– понимание молекулярных механизмов реализации наследственной информации и умение свободно оперировать основными понятиями молекулярной биологии и ее современных направлений — геномики, метагеномики, протеомики;

– знание основных заболеваний человека, механизмов их развития, способах их диагностики и лечения;

- формирование умения использовать понятийный аппарат и символический язык генетики, грамотное применение научных терминов, понятий, теорий, законов для объяснения наблюдаемых биологических объектов, явлений и процессов, позволяющих заложить фундамент научного мировоззрения. В ценностно-ориентационной сфере:
- знание, что применение современных технологий молекулярной биологии позволяет успешно решать такие злободневные проблемы, как охрана окружающей среды, сохранение здоровья человека, контроль и восстановление экосистем.

## **СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### ***Модуль «Как животные и растения приспосабливаются» (эволюционная экология) 5-6 классы (34 часа)***

#### **1. Мы исследуем живые объекты (6 часов)**

Свойства и строение живых организмов (строение клетки). Вид, особь – организм как единая система. Адаптации (приспособления). Понятие гомеостаза живого организма. Способы его поддержания.

Понятие вариативности признака. Исследовательские работы «Все ли (синицы, белки, березы и т.д.) одинаковые? Фотоквест».

Ограничения морфологических и физиологических адаптаций. Почему организмы не становятся бесконечно большими, маленькими, всеядным. Практическая работа «Составляем книгу рекордов растений и животных нашего края».

#### **2. Влияние окружающей среды на живые организмы (12 часов)**

Факторы окружающей среды (абиотические, биотические, антропогенные). Примеры абиотических факторов, оказывающих основное влияние на жизнедеятельность живых организмов: температура, свет, влажность. Практическое занятие «Цвет и тепло» (кубики льда взвесить, положить в чашки Петри на разноцветную бумагу, через 30 минут взвесить заново – кто быстрее растаял). Практическое занятие «Что растворяется в воде» (эксперимент «Жидкий дом»). Практическое занятие «Диффузия веществ в воде (растворы)», «Движение растворов по цветку». Практическое занятие «Лед плавает в воде (айсберги, замерзание водоемов)». Практическое занятие «Лед при замерзании расширяется» (разрушение камня (почвообразование), замерзание клеток).

Основные закономерности приспособления живых организмов к абиотическим факторам. Приспособления к основным абиотическим факторам: температура, влажность и свет. Практическое занятие «Шуба» (кубики льда завернуть в разный материал, взвесить). Практическое занятие «Пигменты» (можно разделить на ватмане красители из фломастеров). Практическое занятие «Как животные плавают в воде» (Эксперимент с пипеткой).

Исследовательские работы «Влияние света (тепла, влажности, состава почвы) на растения в естественных или искусственных условиях» (на доступном материале).

#### **3. Взаимодействия живых организмов (4 часа)**

Биотические факторы. Закономерности развития межвидовых взаимоотношений. Коэволюция (хищник-жертва; паразит-хозяин) Эволюция стратегий добывания пищи. Социальность. Виды-вселенцы. Перечень растений-вредителей. Исследовательская работа «Наблюдения за взаимоотношениями животных при добывании пищи (кормушки для птиц, для городских или сельских животных). Веб-камеры». Исследовательская работа «Распространение видов синантропов в нашей местности».

#### **4. Человек в жизни растений и животных? (6 часов)**

Антропогенные факторы. Правда ли, что первобытные люди жили в гармонии с природой. Одомашнивание и приручение животных и растений. Зачем спасать вымирающие виды, как это делать. Культурные растения и их дикие предки. Почему важно их сохранять. Разнообразие культурных растений и их значение в жизни человека. Красная книга вашей территории. Особо охраняемые территории, заповедники России и мира. Практическая работа «Разнообразие культурных растений в вашем регионе».



Исследовательская работа «Влияние антропогенных факторов на развитие растений в городе/населенном пункте».

Экскурсия/практическая работа «ООПТ в вашем регионе – уникальные объекты природы».

### **5. Экологические ниши (6 часов)**

Биосфера – одна из важнейших оболочек Земли. Что такое «экологические ниши» и как они формируются? Формирование знаний по биоразнообразию жизненных форм, поведенческих приспособлений, модификационная изменчивость (на базовом уровне). Растительные сообщества и их типы. Развитие и смены растительных сообществ.

Исследовательские работы «Экологические ниши вокруг тебя – описание факторов окружающей среды». Исследовательские работы «Фенологические наблюдения».

## **Модуль «Основы растениеводства» 7-8 классы (68 часов)**

### **1. Введение в растениеводство (2 часа)**

Что-такое растениеводство: основные факторы выращивания растений. История развития агрохимических знаний (работы М.В. Ломоносова, Ю. Либиха, Буссенго, В.В. Докучаева, К.А. Тимирязева, П.А. Костычева, Д.Н. Прянишникова и др.). Практическая работа «Бочка Либиха».

### **2. Агротехнический эксперимент (6 часов)**

Правила постановки агроэкспериментов. Постановка экспериментов с растениями. Выбор темы, составление гипотезы, цели и задач эксперимента по выращиванию растений в контролируемой среде. Контроли, повторности, проведение эксперимента. Планирование эксперимента. Оценка результатов эксперимента. Исследовательская работа «Факторы, влияющие на прорастание семян (рост проростков)».

Освоение технологии круглогодичного выращивания салатов и микрозелени в контролируемых искусственных условиях. Сбор установки для выращивания растений в контролируемых условиях.

### **3. Роль химических элементов в питании растений (20 часов)**

Вода. Раствор. Вытяжка. Анионы, катионы, электропроводность и рН раствора. Роль химических элементов в питании растений. Получение питательных веществ растениями. Практическая работа «Схемы питательных растворов. Расчет доз удобрений для питательных растворов».

Удобрения: органические, минеральные, микробиологические. Типы питания растений. Воздушное и минеральное (корневое) питание растений. Транспорт питательных веществ растений: восходящий и нисходящий ток. Важнейшие калийные, фосфорные и азотные удобрения, их свойства. Простые и сложные удобрения. Практическая работа «Правила смешивания удобрений» Практическая работа «Питание растений: технология приготовления питательных растворов для разных культур».

Рост и развитие растений: этапы онтогенеза, факторы, влияющие на рост растений: свет, густота посадок, питание, субстрат. Практическая работа «Мониторинг минерального питания растений».

Особенности питания растений азотом. Азот и его значение в жизни растений. Формы азота и их превращение в почве.

Источники фосфора для растения. Значение фосфорсодержащих соединений в клетке. Роль макроэргических соединений фосфора в энергетическом обмене.

Влияние калия на физические свойства протоплазмы, на ферменты углеводородного обмена, синтез белков и др. Роль калия в поддержании ионного баланса в тканях, в процессах саморегуляции.

Регуляторная и структурообразовательная роль кальция. Участие в образовании клеточной стенки, поддержании структуры мембран и регуляция их проницаемости.

Значение магния в метаболизме растений. Магний в составе хлорофилла, сходство хлорофилла и гемоглобина как свидетельство единства органического мира.

Сера и его основные соединения, их роль в структурной организации клетки, участие в окислительно-восстановительных реакциях.

Микроэлементы. Представления о роли микроэлементов в метаболизме растений. Особенности поступления микроэлементов в растения. Синергизм и антагонизм элементов питания растений.

Растительная диагностика и методы идентификации недостатка/избытка элементов питания. Практическая работа «Растительная диагностика».

Исследовательская работа «Оценка состояния комнатных растений, растений на школьной территории, установка причин патологических состояний (при наличии)».

Исследовательская работа «Оценка влияния различных элементов на состояние растений (составление различных подкормок)».

#### ***4. Регуляторы роста растений. Защита растений (4 часа)***

Понятие о регуляторах роста растений. Стимуляторы роста – фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины). Ингибиторы роста растений: 1. природные (абсцизовая кислота и некоторые фенольные вещества (икумаровая, коричная, салициловая к-ты), 2. синтетические (морфактины, ретарданты, дефолианты, десиканты, гербициды). Фитомониторинг и оценка состояния растений. Современные способы мониторинга. Практическая работа «Фитомониторинг и оценка состояния растений. Современные способы мониторинга».

Исследовательская работа «Влияние гетероауксина на прорастание (рост на разных стадиях, в разных условиях) различных растений».

Защита растений от вредителей: основы биометода. Практическая работа «Инсектарии: правила и условия разведения полезных насекомых».

#### ***5. Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в выращивании растений. Физиология растений (8 часов)***

Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в выращивании растений. Проведение воды в корне и стебле растений. Практическая работа «Корневое давление».

Водный режим растений: строение устьиц: факторы, влияющие на их раскрытие и закрытие. Значение механизма регуляции испарения влаги растением. Практическая работа «Приготовление препарата устьиц методом слепка».

Исследовательские работы: «Влияние условий содержания растений на количество устьиц».

Фотосинтез – уникальный процесс растений. Темновая и световая фазы фотосинтеза. Значение фотосинтеза для живых организмов. Практическая работа «Функциональная диагностика растений по активности хлоропластов» Исследовательская работа «Определение хлорофилла А и Б, оценка фотосинтетической активности растений и факторов, влияющих на нее».

Факторы роста растений: воздух и аэрация. Подземное дыхание растений: состав почвенного воздуха, газообмен. Газообмен при беспочвенном выращивании. Практическая работа «Аэрация, CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>. Дыхание растений». Практическая работа «Дыхание растений: оценка интенсивности дыхания растений и плодов».

Исследовательские работы: «Влияние способа выращивания (состава питательной смеси, схемы внесения) на рост и развития различных растений».

## **6. Культурные растения. Современные аспекты селекции (20 часов)**

Как человек стал использовать растения? Связь развития цивилизации человека и одомашнивания растений. Доместикация. Дискуссия «Доместикация, все ли растения и животные, которые живут рядом с человеком им одомашниваются? Можно ли считать таракана одомашненным животным?»

Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость. Виды изменчивость. Практическая работа «Модификационная изменчивость (листья, иголки с одного дерева)».

Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии. Транскрипция. Трансляция. Мутации. Практическая работа «Ген – инструкция по сборке клетки (на бисере или конструкторе)». Практическая работа «Мутация на бутерброде (любой объект из предыдущей работы, где изменение инструкции приведет к изменению внешнего вида объекта)».

Эффект бутылочного горлышка и генетическое разнообразие. Что такое генбанк? Зачем сохранять генетические ресурсы растений? Основные способы сохранения генетических ресурсов растений (ex situ и in situ).

Значение работ Н.И. Вавилова. Закон гомологических рядов. Центры происхождения культурных растений Н.И. Вавилова и П.М. Жуковского. Практическая работа по группам «Откуда на наших столах фрукты/овощи/злаки».

Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам. Практическая работа «Выращиваем горох. Как провести скрещивание у гороха».

Есть ли жизнь в пробирке? Биотехнология культурных растений. Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке» (можно воспользоваться результатами предыдущих экспериментов по составлению питательных растворов для растений).

Как человек может модифицировать растения? Генетическое редактирование. Современные подходы и достижения генетического редактирования растений. Практическая работа «Геномные ножницы (моделирование работы системы CRISPR-Cas)».

## **7. Растительная продукция. (8 часов)**

Надземные и подземные органы растений. Побег и видоизмененный побег растений. Способы размножения растений.

Понятие о качестве продуктов питания. Проблемы конкуренции отечественных продуктов питания с импортными. Логистика доставки и средства сохранения продуктов питания. Практическая работа «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и методы контроля безопасности растительных продуктов питания».

Микрозелень: полезность и технология. Исследовательская работа «Оценка качества выращенной микрозелени» (либо своя, либо из магазина).

Химический анализ продукции. Основы спектрофотометрии. Потенциометрия. Хроматография. Практическая работа «Методы оценки качества растительной продукции: хранение и сохранность питательных веществ» (по доступному оборудованию).

Исследовательская работа «Определение витамина С методом обратного титрования в плодах на разном сроке (способе) хранения».

## **Модуль «Биотехнология» 7-8 классы (68 часов)**

### **1. Биотехнология (4 часа)**

Понятие биотехнологии. Зачем человеку биотехнологии, в чем их преимущество перед химическим синтезом. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы. Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни».

Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза. Методы оптимизации питательных сред.

### **2. Микробиология (12 часов)**

Положение прокариотов в системе органического мира. Строение бактериальной клетки. Классификация бактерий. Морфология бактерий. Простые и сложные методы окрашивания бактерий. Физиология бактерий: питание, дыхание, рост и размножение. Знакомство с доменом Археи (экстремофильность, особенности строения клетки). Лабораторная работа «Фиксированные препараты бактерий. Определение формы предложенных культур микроорганизмов, используя простой метод окраски» Лабораторная работа «Определение типа клеточной стенки методом окрашивания по Граму» (при наличии реактивов).

Молочнокислородное и спиртовое брожение. Фототрофные и хемотрофные бактерии. Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов. Экспоненциальная модель роста. Кинетика гибели микроорганизмов. Лабораторная работа «Приготовление прижизненных препаратов молочнокислых бактерий».

Патогенные бактерии. Чумная палочка и черная смерть, ботулизм, столбняк, туберкулез. История борьбы с бактериальными инфекциями. Лабораторная работа «Посев смыва с рук на чашки Петри». Лабораторная работа «Выделение чистой культуры бактерий. Метод разведений. Метод истощающего штриха». Лабораторная работа «Морфологическая характеристика выделенной чистой культуры: характеристика колонии, форма бактерий, тип клеточной стенки».

Война бесконечности: антибиотики против бактерий. Механизмы действия антибиотиков. Межклеточная коммуникация бактерий. Чувство кворума. Лабораторная работа «Сравнение роста микроорганизмов на чашке без и с добавлением антибиотиков» Исследовательская работа «Поиск микроорганизмов обладающих антагонистической активностью».

Применение бактерий человеком. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами. Бактерии, которые могут разлагать пластик. Исследовательская работа «Выделение молочнокислых бактерий, исследование их активности».

Микроорганизмы в агробиотехнологии. Искусственные ассоциации растений с микроорганизмами. Исследовательская работа «Выделение бактерий полезных для растений».

### **3. Эукариотические организмы в биотехнологии (плесневые грибы, дрожжи, водоросли) (12 часов)**

Плесневые грибы продуценты биологически активных веществ.

Общая характеристика дрожжей сахаромицетов. История использования дрожжей в традиционной биотехнологии. Технологии виноделия и хлебопечения, специализированные расы дрожжей. Метаболизм дрожжей. Реакция спиртового брожения. Лабораторная работа «Подсчет клеток дрожжей в камере Горяева». Лабораторная работа «Обнаружение продуктов спиртового брожения: этилового спирта и углекислого газа». Получение вторичных метаболитов в дрожжах. Дрожжи как продуценты биотоплив. Получение целевых белков в дрожжах.

Особенности вегетативного и полового размножения у дрожжей, значение изучения митоза и цитокинеза для оптимизации процессов культивирования дрожжевых штаммов,

понимания причин патогенности дрожжей и грибов, поиска мишеней фунгицидов и разработки новых лекарственных препаратов. Лабораторная работа «Наблюдение размножения дрожжевых клеток». Практическая работа «Получение творога и кефира на основе молочнокислых бактерий». Практическая работа «Основные виды кваса и их характеристика» «Дрожжи и молочнокислые бактерии, применяемые для производства кваса». Практическая работа «Сравнительный анализ развития дрожжей в аэробных и анаэробных условиях». Практическая работа «Методы оценки свойств хлебопекарных дрожжей. Особенности применения прессованных, сушеных и инстантных дрожжей». Исследовательская работа «Влияние физико-химических факторов на качество биотехнологической продукции (квас, кефир, сыр, хлеб и др.)».

Водоросли – перспективный объект для производства белка и углеводов. Биотехнологические методы очистки твердых, жидких отходов и газообразных отходов производств. Сточные воды. Схемы очистки. Биофильтры, аэротенки, метантенки, окситенки. Активный ил и входящие в него микроорганизмы. Использование водорослей в очистке сточных вод. Исследовательская работа «Влияние физико-химических факторов на рост водоросли (*Chlorella vulgaris*)».

#### **4. Наследственная информация (8 часов)**

Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость. Виды изменчивость. Практическая работа «Модификационная изменчивость (листья, иголки с одного дерева)».

Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии. Транскрипция. Трансляция. Мутации. Практическая работа «Ген – инструкция по сборке клетки (на бисере или конструкторе)». Практическая работа «Мутация на бутерброде (любой объект из предыдущей работы, где изменение инструкции приведет к изменению внешнего вида объекта)».

#### **5. Вирусология. (6 часов)**

Положение вирусов в системе органического мира. Структура и химический состав вирусов. Классификация вирусов. Репродукция вирусов. Просмотр документального фильма о вирусах.

Вирусы - возбудители инфекционных болезней. Онковирусы. Бактериофаги: строение, свойства, применение. Практическая работа. «Метод разведений» Практическая работа. «Титрование бактериофагов». Биологические методы борьбы с вирусами.

#### **6. Генная инженерия и биотехнологии. (8 часов)**

Основы генной инженерии. Вектора. Специфические ферменты бактерий. Практическая работа «Эндонуклеазы рестрикции (работа с нуклеотидными последовательностями на бумаге)».

Биотехнологии продукции белков в бактериальных культурах. Достижения генной инженерии и биотехнологии.

CRISPR/Cas — система адаптивного иммунитета бактерий и архей. Практическая работа «Генные ножницы - CRISPR/Cas (моделирование на бумаге)»

ГМО. Методы получения ГМО. Игра-дискуссия «Выиграй грант на создание ГМО».

## **7. Биотехнологии в животноводстве (8 часов)**

Доместикация основные домашние животные; современные эксперименты по доместикации животных (лисица, норка и др. – эксперименты научной школы академика Беляева). Дискуссия «Доместикация, все ли растения и животные, которые живут рядом с человеком им одомашниваются? Можно ли считать таракана одомашненным животным?».

Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование. Практическая работа «Методика клонирования (моделирование на бумаге).

Основные болезни животных и роль патогенных микроорганизмов и паразитов в развитии заболеваний домашних животных и основных мерах борьбы с ними; роль полезных микросимбионтов в организме животных. Положительное и побочное (отрицательное) воздействию антибиотиков на организм в ходе лечения животных; цели и задачи ветеринарии. Биотехнология кормовых препаратов. Практическая работа «Составление рациона питания животного, расчет расходов на содержание». Исследовательская работа «Оценка качества молочной продукции».

## **8. Биотехнологии в растениеводстве (10 часов)**

Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам. Практическая работа «Выращиваем горох. Как провести скрещивание у гороха».

Основные подходы селекции и биотехнологии культурных растений, Гибридизация, отдаленная гибридизация, искусственный отбор, гетерозис, трансформация, мутагенез, генетическое редактирование). История селекции в России и мире, история развития важнейших сортов культурных растений.

Как человек может модифицировать растения? Генная инженерия растений: Что такое генетическая инженерия растений. Трансгенные растения. Методы получения. Образование опухолей у растений. Агробактериальная трансформация: Ti-плазмиды. Гены T-ДНК. Молекулярно-генетические механизмы трансформации. Генетическое редактирование. Современные подходы и достижения генетического редактирования растений. Практическая работа «Геномные ножницы (моделирование работы системы CRISPR-Cas).

Есть ли жизнь в пробирке? Биотехнология культурных растений.

Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке (можно воспользоваться результатами предыдущих экспериментов по составлению питательных растворов для растений)».

## **Модуль «Молекулярные основы физиологии и фармакологии» 9 класс (68 часов)**

### **1. Физиологическая химия. (20 часов)**

Введение. Биогенные элементы: органогены: О, С, N, H. Активные формы кислорода, их получение, нейтрализация.

Макроэлементы: процент содержания в организме, выполняемая функция, содержание в продуктах питания. Ca<sup>2+</sup> - связывающие белки, депонирование кальция, регуляция уровня кальция в организме: гормоны почек. Mg – строение хлорофилла, его активация солнечной энергией.

Микроэлементы: в каких молекулах содержатся, выполняемая функция, содержание в продуктах питания. Последствия передозировки микроэлементами. Fe – усваиваемые типы соединений железа. Гемопротейны, гемоцианин, цитохромы. Cu – усвоение и транспорт меди. Белки, содержащие медь. Патологические синдромы Менке и Вильсона, связанные с метаболизмом меди.

Токсичные элементы Периодической системы для организма. Влияние недостатка макро и микроэлементов на живые организмы.

Исследовательская работа «Количественная оценка содержания микроэлементов или витаминов в пищевых продуктах»

Жиры. Заболевания человека, связанные с нарушениями жирового обмена. Дислипидемии.

Углеводы. Заболевания человека, связанные с нарушениями углеводного обмена. Сахарный диабет.

Белки. Строение. Заболевания человека, связанные с нарушениями белкового обмена. Функции белков. Ферменты. Механизм действия. Классы ферментативных реакций. Коферменты. Практическое занятие «Качественные реакции на органические молекулы». Практическое занятие «Денатурация белков» Практическое занятие «Изучение активности амилазы».

Витамины жирорастворимые, водорастворимые. Превращение витаминов в активные формы коферментов. Авитаминозы.

Основные типы метаболических реакций. Биоэнергетические процессы. Гликолиз. Цикл Кребса. Цепь переноса электронов. Окисление жирных кислот. Катаболизм аминокислот. Глюконеогенез. Синтез углеводов, белков, жиров. Метаболические заболевания. Практическое занятие «Решение задач на энергетический обмен».

Клетка. Понятие мембраны. Функции мембран. Виды транспорта в клетку. Мембранные органоиды. Заболевания связанные с нарушением работы мембранных органелл, болезни накопления. Типы контактов между клетками. Значение межклеточной коммуникации для здоровья организма. Практическое занятие «Диализ (клеточка траубе)».

Ядро. Уровни упаковки хроматина. Хромосомные территории. Немембранные органоиды.

## **2. Молекулярная биология. (20 часов)**

Основные вехи развития молекулярной биологии.

Нуклеиновые кислоты. Основные принципы строения. Практическая работа «Выделение ДНК из банана». Практическая работа «Модель ДНК-оригами». Практическая работа «Определение качества препаратов ДНК с помощью спектрофотометрии» (при наличии оборудования).

Матричные синтезы. Репликация – основа клеточного деления. Принципы репликации. Практическая работа «Репликативная машина (игра-демонстрация)». Практическая работа «ПЦР (модель амплификация на бумаге)».

Мутации. Что вызывает изменения в строении ДНК. Принципы репарации.

Транскрипция. Практическая работа «Сила промотора».

Генетический код. Практическая работа «Решение задач на генетический код» Трансляция. Практическая работа «Фолдинг белков».

Организация генома вирусов Противовирусные средства, механизмы их действия.

Организация генома бактерий Антибактериальные препараты.

Исследовательская работа «Распространение антибиотикорезистентных бактерий»

Организация генома эукариот Геномное редактирование. Практическая работа «Работа в современных генетических базах данных. Проведение In silico анализа последовательностей генов».

### 3. Фармакология (28 часов)

Понятие о лекарствах. Принципы подхода к поиску новых лекарственных средств. Скрининг и его методы. Исследовательская работа «Эксперименты по определению токсичности веществ на артемиидах».

Пути введения ЛС. Фармакокинетика лекарственных веществ. Всасывание (абсорбция) лекарств. Основные механизмы всасывания. Транспорт лекарственных веществ. Гены и белки первой фазы биотрансформации. Пути выведения лекарств из организма. Экскреция и элиминация. Гены и белки второй фазы биотрансформации. Фармакодинамика. Главное и побочное, резорбтивное и местное, прямое, не прямое и рефлекторное действие.

Виды взаимодействия лекарств. Синергизм и антагонизм при совместном действии лекарственных веществ, их разновидности.

Трансмембранный сигналинг. Типы клеточных рецепторов. Мембранные: ионные каналы, каталитические и сопряженные с G-белками; внутриклеточные: цитоплазматические и ядерные. Механизмы лиганд-рецепторного взаимодействия. Селективность (избирательность) действия, связь «химическая структура – фармакологическая активность веществ».

Фармакологической модуляции синаптической холинергической передачи. Молекулярный механизм действия и фармакологические свойства Мхолиноблокаторов, ганглиоблокаторов и курареподобных средств. Фармакологическая регуляция активности адренергического синапса. Адреномиметики, адреноблокаторы, симпатолитики. Практическая работа «Влияние адреналина на сердечные сокращения (программное обеспечение)».

Молекулярная фармакология антиаллергических средств. Гистаминовые рецепторы: типы, молекулярная организация. Стабилизаторы мембран тучных клеток: молекулярный механизм действия, особенности клинического применения, точки приложения действия ингибиторов липидных медиаторов.

Механизм действия и применение препаратов, стимулирующих процессы иммунитета. Фармакологическая характеристика интерлейкинов: получение, механизм действия, применение. Основы патофизиологии острофазового ответа, медиация воспаления. Молекулярный механизм противовоспалительного действия глюкокортикостероидов, нестероидных противовоспалительных средств. Практическая работа «Гистологические препараты иммунной системы».

Понятие о наркозе и наркотических препаратах. Клеточный и нервный наркоз. Фармакологическая характеристика отдельных групп наркотических средств. Последовательность действия на центральную систему. Практическая работа «Гистологические препараты нервной системы».

Физиологический сон; фазы сна. Виды нарушений сна Понятие о медикаментозном сне и снотворных препаратах (гипнотиках).

Молекулярные аспекты ноцицепции. Опиатные рецепторы, их типы. Энкефалины и эндорфины - эндогенные лиганды опиатных рецепторов.

Антипсихотическое действие, влияние на функцию экстрапирамидной системы, эмоциональную сферу, рвотный центр, артериальное давление, центр терморегуляции. Молекулярные механизмы действия нейролептиков, влияние на дофаминовые, серотониновые, адрено- и гистаминовые рецепторы, их действие на клеточные мембраны, на депонирование тканевых моноаминов. Потенциалзависимые натриевые каналы как мишени действия местных анестетиков. Способы ингибирования потенциал-зависимых натриевых каналов местными анестетиками. Практическая работа «Карта экспрессии дофаминовых и серотониновых рецепторов в мозге мышей». Исследовательская работа «Поведенческие тесты на рыбках *Danio rerio*. Светло-темная камера». Исследовательская работа «Поведенческие тесты на рыбках *Danio rerio*. Открытое поле». Исследовательская работа «Поведенческие тесты на рыбках *Danio rerio*. Стайное поведение».



## **Модуль «Молекулярные основы селекции» 9 класс (68 часа)**

### ***1. Молекулярная биология. (20 часов)***

Основные вехи развития молекулярной биологии.

Нуклеиновые кислоты. Основные принципы строения. Практическая работа «Выделение ДНК из банана». Практическая работа «Модель ДНК-оригами». Практическая работа «Определение качества препаратов ДНК с помощью спектрофотометрии» (при наличии оборудования).

Матричные синтезы. Репликация – основа клеточного деления. Принципы репликации. Практическая работа «Репликативная машина (игра-демонстрация)». Практическая работа «ПЦР (модель амплификация на бумаге)».

Мутации. Что вызывает изменения в строении ДНК. Принципы репарации.

Транскрипция. Практическая работа «Сила промотора».

Генетический код. Практическая работа «Решение задач на генетический код» Трансляция. Практическая работа «Фолдинг белков».

Организация генома вирусов Противовирусные средства, механизмы их действия.

Организация генома бактерий Антибактериальные препараты. Исследовательская работа «Распространение антибиотикорезистентных бактерий» Организация генома эукариот Геномное редактирование. Практическая работа «Работа в современных генетических базах данных. Проведение In silico анализа последовательностей генов».

### ***2. Молекулярные основы генетики (20 часов)***

Предмет генетики. Краткая история развития представления о наследственности.

От гена к признаку: как раскрасить кота. Что такое признак? Путь от гена до признака. Мутации. Аллели. Гетерозиготы и гомозиготы. Доминантные и рецессивные аллели. Ролевая игра «Аллели». Исследовательский проект Мутагенные факторы.

Гены строят организм. Включение и выключение большого набора генов. Как клетки понимают, какие гены должны работать. Ролевая игра «Судьба клетки». Гены-переключатели. Практическое задание «Алгоритмы для клеток».

Дискретное наследование признаков. Законы Менделя: один ген - один признак. Схема скрещивания. Закон единообразия гибридов первого поколения. Практическое задание «Единообразие первого поколения». Закон расщепления признака во втором поколении. Практическое задание «Расщепление во втором поколении». Исследовательский проект «Законы Г. Менделя в эксперименте».

Законы Менделя: несколько генов - несколько признаков. Дигибридное скрещивание. Независимое расхождение хромосом. Практическое задание «Решетка Пеннета». Сцепленное наследование. Взаимодействие генов. Аллельное и неаллельное. Практическое занятие «Взаимодействия генов (моделирование синтеза и транспорта пигмента в клетку)»

Определение пола. Половые хромосомы. Самцы и самки. Влияние факторов окружающей среды. Хромосомное определение пола. Половые хромосомы. Практическое задание «Наследование, сцепленное с полом». Проблема дополнительной X-хромосомы у женщин. Трехцветные кошки.

### ***3. Молекулярные основы селекции (28 часов)***

Гены в популяциях: великое равновесие. Популяция. Частоты встречаемости признака и аллеля. Уравнение Харди-Вайнберга. Практическое задание «Частоты аллелей, генотипов и фенотипов». Исследовательский проект «Анализ генетической структуры популяции (на основе закона Харди-Вайнберга)».

Популяции меняются: численность, миграция и выбор супруга. Факторы, которые выводят популяцию из равновесия Харди-Вайнберга. Численность популяции. Ролевая игра «Эффект основателя». Ролевая игра «Эффект бутылочного горлышка». Дрейф генов. Мутации. Неслучайное скрещивание. Изоляция.

Популяции меняются: естественный отбор. Механизм действия естественного отбора. Движущий отбор. Ролевая игра «Естественный отбор».

Модификационная изменчивость. Статистические особенности модификационной изменчивости. Исследовательские работы «Модификационная изменчивость растений в пределах вашего места жительства».

Наследование количественных признаков. Количественные признаки. Средовая изменчивость признака. Коэффициент наследуемости признака. Ответ на отбор. Поиск генов количественных признаков. Однонуклеотидные варианты генов. ДНК-чип. Полногеномный анализ ассоциаций.

«Омы» над геномом. Постгеномная эра. Обратная генетика. «Омиксные» исследования. Протеом, метаболом. Практическое задание «Агрономы».

Доместикация и центры генетического разнообразия. Поиски растений с «хорошими» признаками для человека. Центры генетического разнообразия. Николай Иванович Вавилов. Селекция. Комбинационная и гибридная селекция. Гетерозис. Практическое задание «Гомологические ряды наследственной изменчивости».

Сохранить и изучить гены, чтобы менять будущее. Как правильно хранить гены. Коллекции генетических ресурсов растений. Практикум и/или исследовательский проект «Методы культивирования in vitro для сохранения генетических ресурсов растений и для ускоренной селекции».

Генетические центры в нашей стране. Где занимаются генетикой и геномикой для нужд сельского хозяйства.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### Модуль «Как животные и растения приспосабливаются» (эволюционная экология) 5-6 классы (34 часа)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	ЭОР
1.	Мы исследуем живые объекты	6	<a href="http://resh.edu.ru">Российская электронная школа (resh.edu.ru)</a>
2.	Влияние окружающей среды на живые организмы	12	<a href="http://yaclass.ru">ЯКласс (yaclass.ru)</a> <a href="https://foxford.ru/">https://foxford.ru/</a>
3.	Взаимодействия живых организмов	4	<a href="https://uchi.ru/">https://uchi.ru/</a> Яндекс Учебник — современное образование ( <a href="http://yandex.ru">yandex.ru</a> )
4.	Человек в жизни растений и животных?	6	Группа компаний «Просвещение» ( <a href="http://prosv.ru">prosv.ru</a> )
5.	Экологические ниши	6	

### Модуль «Основы растениеводства» 7-8 классы (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	ЭОР
1.	Тема 1. Введение в растениеводство	2	<a href="http://resh.edu.ru">Российская электронная школа (resh.edu.ru)</a>
2.	Тема 2. Агротехнический эксперимент	6	<a href="http://yaclass.ru">ЯКласс (yaclass.ru)</a>
3.	Тема 3. Роль химических элементов в питании растений	20	<a href="https://foxford.ru/">https://foxford.ru/</a>
4.	Тема 4. Регуляторы роста растений. Защита	4	

	растений		<a href="https://uchi.ru/">https://uchi.ru/</a>
5.	Тема 5. Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в выращивании растений. Физиология растений	8	Яндекс Учебник — современное образование (yandex.ru)
6.	Тема 6. Культурные растения. Современные аспекты селекции	20	Группа компаний «Просвещение» (prosv.ru)
7.	Тема 7. Растительная продукция	8	

#### Модуль «Биотехнология» 7-8 классы (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	ЭОР
1.	Тема 1. Биотехнология	4	Российская электронная школа (resh.edu.ru)
2.	Тема 2. Микробиология	12	ЯКласс (yaklass.ru)
3.	Тема 3. Эукариотические организмы в биотехнологии (плесневые грибы, дрожжи, водоросли)	12	<a href="https://foxford.ru/">https://foxford.ru/</a> <a href="https://uchi.ru/">https://uchi.ru/</a>
4.	Тема 4. Наследственная информация	8	Яндекс Учебник — современное образование (yandex.ru)
5.	Тема 5. Вирусология	6	Группа компаний «Просвещение» (prosv.ru)
6.	Тема 6. Генная инженерия и биотехнологии	8	
7.	Тема 7. Биотехнологии в животноводстве	8	
8.	Тема 8. Биотехнологии в растениеводстве	10	

#### Модуль «Молекулярные основы физиологии и фармакологии» 9 класс (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	ЭОР
1.	Тема 1. Физиологическая химия	20	Российская электронная школа (resh.edu.ru)
2.	Тема 2. Молекулярная биология	20	ЯКласс (yaklass.ru) <a href="https://foxford.ru/">https://foxford.ru/</a>
3.	Тема 3. Фармакология	28	<a href="https://uchi.ru/">https://uchi.ru/</a> Яндекс Учебник — современное образование (yandex.ru) Группа компаний «Просвещение» (prosv.ru)

#### Модуль «Молекулярные основы селекции» 9 класс (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	ЭОР
1.	Тема 1. Молекулярная биология	20	Российская электронная школа (resh.edu.ru)
2.	Тема 2. Молекулярные основы генетики	20	ЯКласс (yaklass.ru) <a href="https://foxford.ru/">https://foxford.ru/</a>
3.	Тема 3. Молекулярные основы селекции	28	<a href="https://uchi.ru/">https://uchi.ru/</a> Яндекс Учебник — современное образование (yandex.ru) Группа компаний «Просвещение» (prosv.ru)

Рекомендуемая литература, интернет ресурсы:

[Российская электронная школа \(resh.edu.ru\)](https://resh.edu.ru/)  
[ЯКласс \(yaklass.ru\)](https://yaklass.ru/)

<https://foxford.ru/>

<https://uchi.ru/>

[Яндекс Учебник — современное образование \(yandex.ru\)](https://yandex.ru/)

[Группа компаний «Просвещение» \(prosv.ru\)](https://prosv.ru/)

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Календарно-тематическое планирование

### Модуль «Как животные и растения приспосабливаются» (эволюционная экология) 5-6 классы (34 часа)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Дата	
			План	Факт
	<b>1. Мы исследуем живые объекты (6 ч)</b>			
1.	Свойства и строение живых организмов (строение клетки).	1		
2.	Вид, особь – организм как единая система. Адаптации (приспособления). Исследовательские работы «Все ли (синицы, белки, березы и т.д.) одинаковые?»	1		
3.	Адаптации (приспособления). Понятие гомеостаза живого организма. Способы его поддержания. Ограничения морфологических и физиологических адаптаций.	1		
4.	Почему организмы не становятся бесконечно большими, маленькими, всеядным.	1		
5.	Практическая работа «Составляем книгу рекордов растений нашего края».	1		
6.	Практическая работа «Составляем книгу рекордов животных нашего края».	1		
	<b>2. Влияние окружающей среды на живые организмы (12 ч)</b>	1		
7.	Факторы окружающей среды (абиотические, биотические, антропогенные).	1		
8.	Примеры абиотических факторов, оказывающих основное влияние на жизнедеятельность живых организмов: температура, свет, влажность. Практическое занятие «Цвет и тепло» (кубики льда взвесить, положить в чашки Петри на разноцветную бумагу, через 30 минут взвесить заново – кто быстрее растаял).	1		
9.	Основные закономерности приспособления живых организмов к абиотическим факторам.	1		
10.	Приспособления к основным абиотическим факторам: температура, влажность и свет.	1		
11.	Практическое занятие «Что растворяется в воде» (эксперимент «Жидкий дом»).	1		
12.	Практическое занятие «Диффузия веществ в воде (растворы)», «Движение растворов по цветку».	1		
13.	Практическое занятие «Лед плавает в воде (айсберги, замерзание водоемов)».	1		
14.	Практическое занятие «Лед при замерзании расширяется» (разрушение камня (почвообразование), замерзание клеток).	1		
15.	Практическое занятие «Шуба» (кубики льда завернуть в разный материал, взвесить).	1		
16.	Практическое занятие «Пигменты» (можно разделить на	1		

	ватмане красители из фломастеров». Практическое занятие «Как животные плавают в воде» (Эксперимент с пипеткой).			
17.	Исследовательские работы «Влияние света (тепла, влажности, состава почвы) на растения в естественных или искусственных условиях» (на доступном материале).	1		
18.	Исследовательские работы «Влияние света (тепла, влажности, состава почвы) на растения в естественных или искусственных условиях» (на доступном материале).	1		
	<b>3. Взаимодействия живых организмов (4 ч)</b>			
19.	Биотические факторы. Закономерности развития межвидовых взаимоотношений.	1		
20.	Коэволюция (хищник-жертва; паразит-хозяин)	1		
21.	Эволюция стратегий добывания пищи. Социальность. Исследовательская работа «Наблюдения за взаимоотношениями животных при добывании пищи (кормушки для птиц, для городских или сельских животных). Вебкамеры».	1		
22.	Виды вселенцы. Перечень растений вредителей. Исследовательская работа «Распространение видов-синантропов в нашей местности»	1		
	<b>4. Человек в жизни растений и животных? (6 ч)</b>			
23.	Антропогенные факторы. Правда ли, что первобытные люди жили в гармонии с природой.	1		
24.	Одомашнивание и приручение животных и растений.	1		
25.	Зачем спасать вымирающие виды, как это делать.	1		
26.	Культурные растения и их дикие предки. Почему важно их сохранять. Разнообразие культурных растений и их значение в жизни человека. Практическая работа «Разнообразие культурных растений в вашем регионе».	1		
27.	Красная книга вашей территории. Исследовательская работа «Влияние антропогенных факторов на развитие растений в городе/населенном пункте».	1		
28.	Особо охраняемые территории, заповедники России и мира.	1		
	<b>5. Экологические ниши (6 ч)</b>			
29.	Биосфера – одна из важнейших оболочек Земли.	1		
30.	Исследовательские работы «Фенологические наблюдения».	1		
31.	Что такое «экологические ниши» и как они формируются?	1		
32.	Исследовательские работы «Экологические ниши вокруг тебя – описание факторов окружающей среды».	1		
33.	Формирование знаний по биоразнообразию жизненных форм, поведенческих приспособлений, модификационная изменчивость (на базовом уровне).	1		
34.	Растительные сообщества и их типы. Развитие и смены растительных сообществ.	1		

### Модуль «Основы растениеводства» 7-8 классы (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во	Дата	
			План	Факт

		часов		
	<b>Тема 1. Введение в растениеводство (2 ч)</b>			
1.	Что такое растениеводство: основные факторы выращивания растений. Практическая работа «Бочка Либиха».	1		
2.	История развития агрохимических знаний (работы М.В. Ломоносова, Ю. Либиха, Буссенго, В.В. Докучаева, К.А. Тимирязева, П.А. Костычева, Д.Н. Прянишникова и др.).	1		
	<b>Тема 2. Агротехнический эксперимент (6 ч)</b>			
3.	Правила постановки агроэкспериментов. Выбор темы, составление гипотезы, цели и задач эксперимента по выращиванию растений в контролируемой среде.	1		
4.	Исследовательская работа «Факторы, влияющие на прорастание семян (рост проростков)».	1		
5.	Постановка экспериментов с растениями. Контроли, повторности, проведение эксперимента. Планирование эксперимента.	1		
6.	Оценка результатов эксперимента.	1		
7.	Освоение технологии круглогодичного выращивания салатов и микрозелени в контролируемых искусственных условиях	1		
8.	Практическая работа «Сбор установки для выращивания растений в контролируемых условиях».	1		
	<b>Тема 3. Роль химических элементов в питании растений (20 ч)</b>			
9.	Вода. Раствор. Вытяжка. Анионы, катионы, электропроводность и рН раствора. Роль химических элементов в питании растений.	1		
10.	Получение питательных веществ растениями. Удобрения: органические, минеральные, микробиологические.	1		
11.	Типы питания растений. Воздушное и минеральное (корневое) питание растений.	1		
12.	Транспорт питательных веществ растений: восходящий и нисходящий ток.	1		
13.	Важнейшие калийные, фосфорные и азотные удобрения, их свойства. Простые и сложные удобрения. Практическая работа «Правила смешивания удобрений»	1		
14.	Особенности питания растений азотом. Азот и его значение в жизни растений. Формы азота и их превращение в почве.	1		
15.	Источники фосфора для растения. Значение фосфорсодержащих соединений в клетке. Роль макроэргических соединений фосфора в энергетическом обмене.	1		
16.	Влияние калия на физические свойства протоплазмы, на ферменты углеводородного обмена, синтез белков и др. Роль калия в поддержании ионного баланса в тканях, в процессах саморегуляции.	1		
17.	Регуляторная и структурообразовательная роль кальция. Участие в образовании клеточной стенки, поддержании структуры мембран и регуляция их проницаемости.	1		
18.	Значение магния в метаболизме растений. Магний в составе хлорофилла, сходство хлорофилла и гемоглобина как свидетельство единства органического мира.	1		
19.	Сера и его основные соединения, их роль в структурной	1		

	организации клетки, участие в окислительно-восстановительных реакциях			
20.	Микроэлементы. Представления о роли микроэлементов в метаболизме растений. Особенности поступления микроэлементов в растения.	1		
21.	Практическая работа «Питание растений: технология приготовления питательных растворов для разных культур».	1		
22.	Практическая работа «Мониторинг минерального питания растений».	1		
23.	Практическая работа «Растительная диагностика».	1		
24.	Исследовательская работа «Оценка влияния различных элементов на состояние растений (составление различных подкормок)».	1		
25.	Синергизм и антагонизм элементов питания растений.	1		
26.	Растительная диагностика и методы идентификации недостатка/избытка элементов питания.	1		
27.	Рост и развитие растений: этапы онтогенеза, факторы, влияющие на рост растений: свет, густота посадок, питание, субстрат.	1		
28.	Исследовательская работа «Оценка состояния комнатных растений, растений на школьной территории, установка причин патологических состояний (при наличии)».	1		
	<b>Тема 4. Регуляторы роста растений. Защита растений (4 ч)</b>			
29.	Понятие о регуляторах роста растений. Стимуляторы роста – фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины). Практическая работа «Фитомониторинг и оценка состояния растений. Современные способы мониторинга».	1		
30.	Ингибиторы роста растений: 1. природные (абсцизовая кислота и некоторые фенольные вещества (икумаровая, коричная, салициловая кислоты).	1		
31.	Ингибиторы роста растений: 2. синтетические (морфактины, ретарданты, дефолианты, десиканты, гербициды). Фитомониторинг и оценка состояния растений. Современные способы мониторинга. Защита растений от вредителей: основы биометода. Практическая работа «Инсектарии: правила и условия разведения полезных насекомых».	1		
32.	Исследовательская работа «Влияние гетероауксина на прорастание (рост на разных стадиях, в разных условиях) различных растений».	1		
	<b>Тема 5. Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в выращивании растений. Физиология растений (8 ч)</b>			
33.	Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в выращивании растений. Проведение воды в корне и стебле растений. Практическая работа «Корневое давление».	1		
34.	Водный режим растений: строение устьиц: факторы, влияющие на их раскрытие и закрытие. Значение механизма регуляции испарения влаги растением. Практическая работа «Приготовление препарата устьиц методом слепка».	1		

35.	Исследовательские работы «Влияние условий содержания растений на количество устьиц».	1		
36.	Фотосинтез – уникальный процесс растений. Темновая и световая фазы фотосинтеза. Значение фотосинтеза для живых организмов. Практическая работа «Функциональная диагностика растений по активности хлоропластов».	1		
37.	Исследовательская работа «Определение хлорофилла А и Б, оценка фотосинтетической активности растений и факторов, влияющих на нее».	1		
38.	Факторы роста растений: воздух и аэрация. Подземное дыхание растений: состав почвенного воздуха, газообмен. Газообмен при беспочвенном выращивании.	1		
39.	Практическая работа «Аэрация, СО <sub>2</sub> и О <sub>2</sub> . Дыхание растений». Практическая работа «Дыхание растений: оценка интенсивности дыхания растений и плодов».	1		
40.	Исследовательские работы «Влияние способа выращивания (состава питательной смеси, схемы внесения) на рост и развития различных растений».	1		
	<b>Тема 6. Культурные растения. Современные аспекты селекции (20 ч)</b>			
41.	Как человек стал использовать растения? Связь развития цивилизации человека и одомашнивания растений. Доместикация.	1		
42.	Дискуссия «Доместикация, все ли растения и животные, которые живут рядом с человеком им одомашниваются? Можно ли считать таракана одомашненным животным?».	1		
43.	Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость. Виды изменчивость.	1		
44.	Практическая работа «Модификационная изменчивость (листья, иголки с одного дерева)».	1		
45.	Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке.	1		
46.	Практическая работа «Ген – инструкция по сборке клетки (на бисере или конструкторе)».	1		
47.	Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии.	1		
48.	Транскрипция. Трансляция.	1		
49.	Мутации. Практическая работа «Мутация на бутерброде (любой объект из предыдущей работы, где изменение инструкции приведет к изменению внешнего вида объекта)».	1		
50.	Эффект бутылочного горлышка и генетическое разнообразие. Что такое генбанк? Зачем сохранять генетические ресурсы растений? Основные способы сохранения генетических ресурсов растений (ex situ и in situ).	1		
51.	Значение работ Н.И. Вавилова. Закон гомологических рядов. Центры происхождения культурных растений Н.И. Вавилова и П.М. Жуковского.	1		



52.	Практическая работа по группам «Откуда на наших столах фрукты/овощи/злаки».	1		
53.	Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора.	1		
54.	Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.	1		
55.	Практическая работа «Выращиваем горох. Как провести скрещивание у гороха».	1		
56.	Есть ли жизнь в пробирке? Биотехнология культурных растений.	1		
57.	Как человек может модифицировать растения? Генетическое редактирование. Современные подходы и достижения генетического редактирования растений.	1		
58.	Практическая работа «Геномные ножницы (моделирование работы системы CRISPR-Cas)».	1		
59.	Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке» (можно воспользоваться результатами предыдущих экспериментов по составлению питательных растворов для растений).	1		
60.	Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке» (можно воспользоваться результатами предыдущих экспериментов по составлению питательных растворов для растений).	1		
<b>Тема 7. Растительная продукция (8 ч)</b>				
61.	Надземные и подземные органы растений. Побег и видоизмененный побег растений.	1		
62.	Способы размножения растений.	1		
63.	Понятие о качестве продуктов питания. Проблемы конкуренции отечественных продуктов питания с импортными. Практическая работа «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и методы контроля безопасности растительных продуктов питания».	1		
64.	Логистика доставки и средства сохранения продуктов питания. Практическая работа «Методы оценки качества растительной продукции: хранение и сохранность питательных веществ» (по доступному оборудованию).	1		
65.	Микрозелень: полезность и технология.	1		
66.	Исследовательская работа «Оценка качества выращенной микрозелени» (либо своя, либо из магазина).	1		
67.	Химический анализ продукции. Основы спектрофотометрии. Потенциометрия. Хроматография.	1		
68.	Исследовательская работа «Определение витамина С методом обратного титрования в плодах на разном сроке (способе) хранения».	1		

### Модуль «Биотехнология» 7-8 классы (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Дата	
			План	Факт
<b>Тема 1. Биотехнология (4 ч)</b>				
1.	Понятие биотехнологии. Зачем человеку биотехнологии, в чем их	1		

	преимущество перед химическим синтезом. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы.			
2.	Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов.	1		
3.	Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза. Методы оптимизации питательных сред	1		
4.	Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни».	1		
	<b>Тема 2. Микробиология (12 ч)</b>	1		
5.	Положение прокариотов в системе органического мира. Строение бактериальной клетки. Лабораторная работа «Фиксированные препараты бактерий. Определение формы предложенных культур микроорганизмов, используя простой метод окраски».	1		
6.	Классификация бактерий. Морфология бактерий. Простые и сложные методы окрашивания бактерий. Лабораторная работа «Определение типа клеточной стенки методом окрашивания по Граму» (при наличии реактивов). Лабораторная работа «Морфологическая характеристика выделенной чистой культуры: характеристика колонии, форма бактерий, тип клеточной стенки».	1		
7.	Физиология бактерий: питание, дыхание, рост и размножение.	1		
8.	Знакомство с доменом Археи (экстремофильность, особенности строения клетки).	1		
9.	Молочнокислое и спиртовое брожение. Лабораторная работа «Приготовление прижизненных препаратов молочнокислых бактерий».	1		
10.	Исследовательская работа «Выделение молочнокислых бактерий, исследование их активности».	1		
11.	Фототрофные и хемотрофные бактерии.	1		
12.	Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов. Экспоненциальная модель роста. Кинетика гибели микроорганизмов. Лабораторная работа «Выделение чистой культуры бактерий. Метод разведений. Метод истощающего штриха».	1		
13.	Патогенные бактерии. Чумная палочка и черная смерть, ботулизм, столбняк, туберкулез. История борьбы с бактериальными инфекциями. Лабораторная работа «Посев смыва с рук на чашки Петри».	1		
14.	Война бесконечности: антибиотики против бактерий. Механизмы действия антибиотиков. Межклеточная коммуникация бактерий. Чувство кворума. Лабораторная работа «Сравнение роста микроорганизмов на чашке без и с добавлением антибиотиков».	1		

15.	Применение бактерий человеком. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами. Бактерии, которые могут разлагать пластик. Исследовательская работа «Поиск микроорганизмов обладающих антагонистической активностью».	1		
16.	Микроорганизмы в агробиотехнологии. Искусственные ассоциации растений с микроорганизмами. Исследовательская работа «Выделение бактерий полезных для растений».	1		
	<b>Тема 3. Эукариотические организмы в биотехнологии (плесневые грибы, дрожжи, водоросли) (12 ч)</b>			
17.	Плесневые грибы продуценты биологически активных веществ.	1		
18.	Практическая работа «Получение творога и кефира на основе молочнокислых бактерий».	1		
19.	Общая характеристика дрожжей сахаромисцетов. История использования дрожжей в традиционной биотехнологии. Технологии виноделия и хлебопечения, специализированные расы дрожжей. Метаболизм дрожжей. Лабораторная работа «Подсчет клеток дрожжей в камере Горяева».	1		
20.	Реакция спиртового брожения. Получение вторичных метаболитов в дрожжах. Дрожжи как продуценты биотоплив. Получение целевых белков в дрожжах. Лабораторная работа «Обнаружение продуктов спиртового брожения: этилового спирта и углекислого газа».	1		
21.	Практическая работа «Основные виды кваса и их характеристика», «Дрожжи и молочнокислые бактерии, применяемые для производства кваса».	1		
22.	Особенности вегетативного и полового размножения у дрожжей, значение изучения митоза и цитокинеза для оптимизации процессов культивирования дрожжевых штаммов, понимания причин патогенности дрожжей и грибов, поиска мишеней фунгицидов и разработки новых лекарственных препаратов. Лабораторная работа «Наблюдение размножения дрожжевых клеток».	1		
23.	Практическая работа «Сравнительный анализ развития дрожжей в аэробных и анаэробных условиях».	1		
24.	Практическая работа «Методы оценки свойств хлебопекарных дрожжей. Особенности применения прессованных, сушеных и инстантных дрожжей».	1		
25.	Исследовательская работа «Влияние физико-химических факторов на качество биотехнологической продукции (квас, кефир, сыр, хлеб и др.)».	1		
26.	Водоросли – перспективный объект для производства белка и углеводов. Биотехнологические методы очистки твердых, жидких отходов и газообразных отходов производств. Сточные воды. Схемы очистки. Биофильтры, аэротенки, метантенки, окситенки.	1		
27.	Активный ил и входящие в него микроорганизмы. Использование водорослей в очистке сточных вод.	1		
28.	Исследовательская работа «Влияние физико-химических факторов на рост водоросли ( <i>Chlorella vulgaris</i> )».	1		

	<b>Тема 4. Наследственная информация (8 ч)</b>			
29.	Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость. Виды изменчивость.	1		
30.	Практическая работа «Модификационная изменчивость (листья, иголки с одного дерева)».	1		
31.	Ген –материальный носитель наследственности и изменчивости.	1		
32.	Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке.	1		
33.	Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии.	1		
34.	Транскрипция. Трансляция. Практическая работа «Ген – инструкция по сборке клетки (на бисере или конструкторе)».	1		
35.	Мутации	1		
36.	Практическая работа «Мутация на бутерброде (любой объект из предыдущей работы, где изменение инструкции приведет к изменению внешнего вида объекта)».	1		
	<b>Тема 5. Вирусология (6 ч)</b>			
37.	Положение вирусов в системе органического мира. Структура и химический состав вирусов. Практическая работа. «Метод разведений».	1		
38.	Просмотр документального фильма о вирусах.	1		
39.	Классификация вирусов.	1		
40.	Репродукция вирусов. Вирусы - возбудители инфекционных болезней.	1		
41.	Онковирусы.	1		
42.	Бактериофаги: строение, свойства, применение. Биологические методы борьбы с вирусами. Практическая работа. «Титрование бактериофагов».	1		
	<b>Тема 6. Генная инженерия и биотехнологии (8 ч)</b>			
43.	Основы генной инженерии. Вектора. Практическая работа «Генные ножницы - CRISPR/Cas (моделирование на бумаге)».	1		
44.	Специфические ферменты бактерий.	1		
45.	Биотехнологии продукции белков в бактериальных культурах.	1		
46.	Достижения генной инженерии и биотехнологии.	1		
47.	CRISPR/Cas — система адаптивного иммунитета бактерий и архей.	1		
48.	ГМО. Методы получения ГМО.	1		
49.	Практическая работа «Эндонуклеазы рестрикции (работа с нуклеотидными последовательностями на бумаге)».	1		
50.	Игра-дискуссия: «Выиграй грант на создание ГМО».	1		
	<b>Тема 7. Биотехнологии в животноводстве (8 ч)</b>			
51.	Доместикация основных домашних животных; современные эксперименты по доместикации животных (лисица, норка и др. – эксперименты научной школы академика Беляева).	1		
52.	Дискуссия «Доместикация, все ли растения и животные, которые живут рядом с человеком им одомашниваются? Можно ли считать таракана одомашненным животным?».	1		

53.	Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование.	1		
54.	Практическая работа «Методика клонирования (моделирование на бумаге).	1		
55.	Основные болезни животных и роль патогенных микроорганизмов и паразитов в развитии заболеваний домашних животных и основных мерах борьбы с ними; роль полезных микросимбионтов в организме животных.	1		
56.	Положительное и побочное (отрицательное) воздействию антибиотиков на организм в ходе лечения животных; цели и задачи ветеринарии.	1		
57.	Биотехнология кормовых препаратов. Практическая работа «Составление рациона питания животного, расчет расходов на содержание».	1		
58.	Исследовательская работа «Оценка качества молочной продукции».	1		
<b>Тема 8. Биотехнологии в растениеводстве (10 часов)</b>				
59.	Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.	1		
60.	Основные подходы селекции и биотехнологии культурных растений, Гибридизация, отдаленная гибридизация, искусственный отбор, гетерозис, трансформация, мутагенез, генетическое редактирование).	1		
61.	Практическая работа «Выращиваем горох. Как провести скрещивание у гороха».	1		
62.	История селекции в России и мире, история развития важнейших сортов культурных растений. Как человек может модифицировать растения?	1		
63.	Генная инженерия растений: Что такое генетическая инженерия растений. Трансгенные растения. Методы получения.	1		
64.	Образование опухолей у растений.			
65.	Агробактериальная трансформация: T1-плазмиды. Гены T-ДНК. Молекулярногенетические механизмы трансформации. Генетическое редактирование. Современные подходы и достижения генетического редактирования растений.	1		
66.	Есть ли жизнь в пробирке? Биотехнология культурных растений.	1		
67.	Практическая работа «Геномные ножницы (моделирование работы системы CRISP-Cas).	1		
68.	Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке» (можно воспользоваться результатами предыдущих экспериментов по составлению питательных растворов для растений).	1		

**Модуль «Молекулярные основы физиологии и фармакологии» 9 класс (68 часов)**

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Дата	
			План	Факт
	<b>Тема 1. Физиологическая химия (20 ч)</b>			
1.	Введение. Биогенные элементы: органогены: О, С, N, H. Активные формы кислорода, их получение, нейтрализация.	1		
2.	Макроэлементы: процент содержания в организме, выполняемая функция, содержание в продуктах питания.	1		
3.	Ca <sup>2+</sup> - связывающие белки, депонирование кальция, регуляция уровня кальция в организме: гормоны почек.	1		
4.	Mg – строение хлорофилла, его активация солнечной энергией.	1		
5.	Микроэлементы: в каких молекулах содержатся, выполняемая функция, содержание в продуктах питания. Последствия передозировки микроэлементами.	1		
6.	Fe – усваиваемые типы соединений железа. Гемопротейны, гемоцианин, цитохромы.	1		
7.	Cu – усвоение и транспорт меди. Белки, содержащие медь. Патологические синдромы Менке и Вильсона, связанные с метаболизмом меди.	1		
8.	Токсичные элементы Периодической системы для организма. Влияние недостатка макро и микроэлементов на живые организмы. Исследовательская работа «Количественная оценка содержания микроэлементов или витаминов в пищевых продуктах».	1		
9.	Жиры. Заболевания человека, связанные с нарушениями жирового обмена. Дислипидемии.	1		
10.	Углеводы. Заболевания человека, связанные с нарушениями углеводного обмена. Сахарный диабет.	1		
11.	Белки. Строение. Заболевания человека, связанные с нарушениями белкового обмена. Функции белков. Практическое занятие «Качественные реакции на органические молекулы». Практическое занятие «денатурация белков»	1		
12.	Ферменты. Механизм действия. Классы ферментативных реакций. Коферменты. Практическое занятие «Изучение активности амилазы». Практическое занятие «Диализ (клеточка траубе)».	1		
13.	Витамины жирорастворимые, водорастворимые. Превращение витаминов в активные формы коферментов. Авитаминозы.	1		
14.	Основные типы метаболических реакций. Биоэнергетические процессы. Гликолиз. Цикл Кребса. Цепь переноса электронов.	1		
15.	Окисление жирных кислот. Катаболизм аминокислот. Глюконеогенез. Синтез углеводов, белков, жиров. Метаболические заболевания. Практическое занятие: «решение задач на энергетический обмен»	1		
16.	Клетка. Понятие мембраны. Функции мембран. Виды транспорта в клетку.	1		
17.	Мембранные органоиды. Заболевания связанные с нарушением	1		

	работы мембранных органелл, болезни накопления.			
18.	Типы контактов между клетками. Значение межклеточной коммуникации для здоровья организма.	1		
19.	Ядро. Уровни упаковки хроматина. Хромосомные территории.	1		
20.	Немембранные органоиды.	1		
	<b>Тема 2. Молекулярная биология (20 ч)</b>			
21.	Основные вехи развития молекулярной биологии.	1		
22.	Нуклеиновые кислоты. Основные принципы строения. Матричные синтезы.	1		
23.	Практическая работа «Модель ДНК Ригами».	1		
24.	Практическая работа «Выделение ДНК из банана». Практическая работа «Определение качества препаратов ДНК с помощью спектрофотометрии» (при наличии оборудования).	1		
25.	Репликация – основа клеточного деления. Принципы репликации.	1		
26.	Практическая работа «Сила промотора».	1		
27.	Практическая работа «Репликативная машина (игра-демонстрация)».	1		
28.	Мутации. Что вызывает изменения в строении ДНК. Принципы репарации.	1		
29.	Практическая работа «ПЦР (модель амплификация на бумаге)».	1		
30.	Транскрипция. Генетический код.	1		
31.	Трансляция.	1		
32.	Практическая работа «Решение задач на генетический код».	1		
33.	Практическая работа «Решение задач на генетический код».	1		
34.	Практическая работа «Работа в современных генетических базах данных. проведение In silico анализа последовательностей генов».	1		
35.	Практическая работа «Фолдинг белков».	1		
36.	Организация генома вирусов.	1		
37.	Противовирусные средства, механизмы их действия.	1		
38.	Организация генома бактерий Антибактериальные препараты.	1		
39.	Организация генома эукариот Геномное редактирование.	1		
40.	Исследовательская работа «Распространение антибиотикорезистентных бактерий».	1		
	<b>Тема 3. Фармакология (28 ч)</b>			
41.	Понятие о лекарствах. Принципы подхода к поиску новых лекарственных средств.	1		
42.	Скрининг и его методы. Пути введения ЛС.	1		
43.	Фармакокинетика лекарственных веществ. Всасывание (абсорбция) лекарств. Основные механизмы всасывания.	1		
44.	Транспорт лекарственных веществ. Гены и белки первой фазы биотрансформации. Пути выведения лекарств из организма. Экскреция и элиминация.	1		
45.	Гены и белки второй фазы биотрансформации.	1		
46.	Фармакодинамика. Главное и побочное, резорбтивное и местное, прямое, не прямое и рефлекторное действие.	1		
47.	Виды взаимодействия лекарств. Синергизм и антагонизм при	1		

	совместном действии лекарственных веществ, их разновидности			
48.	Трансмембранный сигналинг. Типы клеточных рецепторов. Мембранные: ионные каналы, каталитические и сопряженные с G-белками; внутриклеточные: цитоплазматические и ядерные.	1		
49.	Механизмы лиганд-рецепторного взаимодействия. Селективность (избирательность) действия, связь «химическая структура – фармакологическая активность веществ»	1		
50.	Фармакологической модуляции синаптической холинергической передачи.	1		
51.	Молекулярный механизм действия и фармакологические свойства Мхолиноблокаторов, ганглиоблокаторов и курареподобных средств.	1		
52.	Фармакологическая регуляция активности адренергического синапса. Адреномиметики, адреноблокаторы, симпатолитики.	1		
53.	Практическая работа «Влияние адреналина на сердечные сокращения (программное обеспечение)».	1		
54.	Молекулярная фармакология антиаллергических средств. Гистаминовые рецепторы: типы, молекулярная организация.	1		
55.	Стабилизаторы мембран тучных клеток: молекулярный механизм действия, особенности клинического применения, точки приложения действия ингибиторов липидных медиаторов.	1		
56.	Механизм действия и применение препаратов, стимулирующих процессы иммунитета.	1		
57.	Практическая работа «Гистологические препараты иммунной системы».	1		
58.	Фармакологическая характеристика интерлейкинов: получение, механизм действия, применение.	1		
59.	Основы патофизиологии острофазового ответа, медиация воспаления. Молекулярный механизм противовоспалительного действия глюкокортикостероидов, нестероидных противовоспалительных средств.	1		
60.	Понятие о наркозе и наркотических препаратах. Клеточный и нервный наркоз. Фармакологическая характеристика отдельных групп наркотических средств. Последовательность действия на центральную систему.	1		
61.	Исследовательская работа «Эксперимента по определению токсичности веществ на артемиидах».	1		
62.	Физиологический сон; фазы сна. Виды нарушений сна Понятие о медикаментозном сне и снотворных препаратах (гипнотиках).	1		
63.	Практическая работа «Карта экспрессии дофаминовых и серотониновых рецепторов в мозге мышей».	1		
64.	Молекулярные аспекты ноцицепции. Опиатные рецепторы, их типы. Энкефалины и эндорфины - эндогенные лиганды опиатных рецепторов.	1		
65.	Антипсихотическое действие, влияние на функцию экстрапирамидной системы, эмоциональную сферу, рвотный центр, артериальное давление, центр терморегуляции.	1		
66.	Молекулярные механизмы действия нейролептиков, влияние на дофаминовые, серотониновые, адрено- и гистаминовые рецепторы,	1		



	их действие на клеточные мембраны, на депонирование тканевых моноаминов.			
67.	Практическая работа «Гистологические препараты нервной системы».	1		
68.	Потенциал-зависимые натриевые каналы как мишени действия местных анестетиков. Способы ингибирования потенциалзависимых натриевых каналов местными анестетиками.	1		

### Модуль «Молекулярные основы селекции» 9 класс (68 часов)

№п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Дата	
			План	Факт
	Тема 1. Молекулярная биология (20 ч)			
1.	Основные вехи развития молекулярной биологии.	1		
2.	Нуклеиновые кислоты. Основные принципы строения. Матричные синтезы.	1		
3.	Практическая работа «Модель ДНКоригами».	1		
4.	Репликация – основа клеточного деления. Принципы репликации.	1		
5.	Практическая работа «Репликативная машина (иградемонстрация)».	1		
6.	Мутации. Что вызывает изменения в строении ДНК. Принципы репарации.	1		
7.	Транскрипция. Генетический код.	1		
8.	Практическая работа «Сила промотора».	1		
9.	Практическая работа «Решение задач на генетический код. Трансляция».	1		
10.	Практическая работа «Решение задач на генетический код. Трансляция».	1		
11.	Практическая работа «Решение задач на генетический код. Трансляция».	1		
12.	Практическая работа «Определение качества препаратов ДНК с помощью спектрофотометрии» (при наличии оборудования).	1		
13.	Практическая работа «Фолдинг белков».	1		
14.	Организация генома вирусов Противовирусные средства, механизмы их действия.	1		
15.	Организация генома бактерий. Антибактериальные препараты.	1		
16.	Исследовательская работа «Распространение антибиотикорезистентных бактерий».	1		
17.	Организация генома эукариот Геномное редактирование.	1		
18.	Практическая работа «Выделение ДНК из банана».	1		
19.	Практическая работа «ПЦР (модель амплификация на бумаге)».	1		
20.	Практическая работа «Работа в современных генетических базах данных. Проведение In silico анализа последовательностей генов».	1		
	<b>Тема 2. Молекулярные основы генетики (20 ч)</b>			

21.	Предмет генетики. Краткая история развития представления о наследственности.	1		
22.	Практическое задание «Алгоритмы для клеток».	1		
23.	Ролевая игра «Судьба клетки». Гены-переключатели.	1		
24.	От гена к признаку: как раскрасить kota. Что такое признак? Путь от гена до признака.	1		
25.	Мутации. Исследовательский проект Мутагенные факторы.	1		
26.	Аллели. Гетерозиготы и гомозиготы. Доминантные и рецессивные аллели.	1		
27.	Ролевая игра «Аллели».	1		
28.	Гены строят организм. Включение и выключение большого набора генов. Как клетки понимают, какие гены должны работать.	1		
29.	Дискретное наследование признаков. Законы Менделя: один ген - один признак. Схема скрещивания.	1		
30.	Закон единообразия гибридов первого поколения.	1		
31.	Практическое задание «Единообразие первого поколения».	1		
32.	Закон расщепления признака во втором поколении. Практическое задание «Расщепление во втором поколении».	1		
33.	Законы Менделя: несколько генов - несколько признаков. Дигибридное скрещивание. Независимое расхождение хромосом.	1		
34.	Практическое задание «Решетка Пеннета».	1		
35.	Исследовательский проект «Законы Г. Менделя в эксперименте».	1		
36.	Сцепленное наследование. Взаимодействие генов. Аллельное и неаллельное.	1		
37.	Практическое занятие «Взаимодействия генов (моделирование синтеза и транспорта пигмента в клетку)».	1		
38.	Определение пола. Половые хромосомы. Самцы и самки. Влияние факторов окружающей среды. Хромосомное определение пола.	1		
39.	Половые хромосомы. Проблема дополнительной X-хромосомы у женщин. Трехцветные кошки.	1		
40.	Практическое задание «Наследование, сцепленное с полом».	1		
41.	Практическое задание «Наследование, сцепленное с полом».	1		
	<b>Тема 3. Молекулярные основы селекции (28 ч)</b>			
42.	Гены в популяциях: великое равновесие. Популяция. Частоты встречаемости признака и аллеля. Уравнение Харди Вайнберга.	1		
43.	Популяции меняются: численность, миграция и выбор супруга.	1		
44.	Факторы, которые выводят популяцию из равновесия Харди Вайнберга. Численность популяции.	1		
45.	Исследовательский проект «Анализ генетической структуры популяции (на основе закона Харди-Вайнберга)».	1		
46.	Ролевая игра «Эффект основателя».	1		
47.	Ролевая игра «Эффект бутылочного горлышка».	1		
48.	Дрейф генов.	1		
49.	Мутации. Практическое задание «Гомологические ряды наследственной изменчивости».	1		
50.	Неслучайное скрещивание. Изоляция.	1		
51.	Популяции меняются: естественный отбор. Механизм действия	1		

	естественного отбора.			
52.	Ролевая игра «Естественный отбор».	1		
53.	Движущий отбор.	1		
54.	Модификационная изменчивость. Статистические особенности модификационной изменчивости. Наследование количественных признаков.	1		
55.	Исследовательские работы «Модификационная изменчивость растений в пределах вашего места жительства».	1		
56.	Количественные признаки. Средовая изменчивость признака.	1		
57.	Коэффициент наследуемости признака. Ответ на отбор. Поиск генов количественных признаков.	1		
58.	Однонуклеотидные варианты генов. ДНК-чип.	1		
59.	Полногеномный анализ ассоциаций. «Омы» над геномом. Постгеномная эра. Обратная генетика. «Омиксные» исследования. Протеом, метаболом.	1		
60.	Доместикация и центры генетического разнообразия. Поиски растений с «хорошими» признаками для человека. Центры генетического разнообразия. Николай Иванович Вавилов.	1		
61.	Селекция. Комбинационная и гибридная селекция. Гетерозис.	1		
62.	Сохранить и изучить гены, чтобы менять будущее. Как правильно хранить гены. Коллекции генетических ресурсов растений.	1		
63.	Практическое задание «Агрономы».	1		
64.	Практикум и/или исследовательский проект: Методы культивирования in vitro для сохранения генетических ресурсов растений и для ускоренной селекции	1		
65.	Генетические центры в нашей стране. Где занимаются генетикой и геномикой для нужд сельского хозяйства.	1		
66.	Практическое задание «Частоты аллелей, генотипов и фенотипов».	1		