



**ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА  
«ЧУКОТСКИЙ ОКРУЖНОЙ ПРОФИЛЬНЫЙ ЛИЦЕЙ»**

|                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>«РАССМОТРЕНО»</b><br>Протокол заседания №4<br>методического объединения<br>учителей _ естественных<br>дисциплин, физической культуры<br>и ОБЖ от «12» мая 2023г.<br>Руководитель МО Зубанова С.П. | <b>«СОГЛАСОВАНО»</b><br>заместитель директора по<br>методической работе<br>Минко Т.В.<br>«15» июня 2023 г. | <b>«УТВЕРЖДЕНО»</b><br>директор Чукотского окружного<br>профильного лицея<br>Самыгина В.В.<br>Приказ №01-06/443 от «22» июня<br>2023 г. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По направлению внеурочная деятельность \_\_\_\_\_  
(учебный предмет; внеурочная деятельность)

Наименование учебного предмета, курса (модуля) «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии»

Уровень: среднее общее образование

Классы: 8-9 (базовый уровень)

Учитель-составитель \_\_\_\_\_ Чимидова М.В.  
(Ф.И.О.)

Срок реализации программы 2 года (2023-2025 гг.)

## **1. Пояснительная записка**

Настоящая программа курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» для 8-9 классов **разработана на основе** (нормативные основы):

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Приказ Минобрнауки РФ от 17.12.2010 № 1897 «Об утверждении Федерального государственного стандарта основного общего образования» (ред. от 01.02.2016).
- Письмо Минпросвещения РФ от 05.09.2018 № 03-ПГМП-42216 «Об участии учеников муниципальных и государственных школ РФ во внеурочной деятельности».
- Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях (утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28).
- Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2.
- Рабочие программы по курсу: Биология, 8 класс/ Пасечник В.В., Каменский А.А., Швецов Г.Г. и другие; под редакцией Пасечника В.В., Акционерное общество «Издательство «Просвещение»
- Биология, 9 класс/ Пасечник В.В., Каменский А.А., Швецов Г.Г. и другие; под редакцией Пасечника В.В., Акционерное общество «Издательство «Просвещение»
- Учебный план ООО ГАОУ ЧАО «Чукотский окружной профильный лицей».

### **Цели курса:**

- освоение основ организации и осуществление собственной проектно-исследовательской деятельности;
- приобретение необходимого опыта для работы над индивидуальным исследованием или проектом;
- углубленное изучение интересующей области естественных наук;
- приобретение важных социальных навыков, необходимых для продуктивной социализации и формирования гражданской позиции;
- мотивация учащегося на профориентацию.

### **Задачи курса:**

- навыки самостоятельного решения актуальных исследовательских или практических задач, включающего в себя умение видеть и анализировать проблемы, нуждающиеся в решении, умение детально прорабатывать и реализовывать способы работы с ними;
- умение планировать собственную работу и самостоятельно контролировать свое продвижение к желаемому результату;
- навыки генерирования и оформления собственных идей, облечения их в удобную для распространения форму;
- навыки уважительного отношения к чужим взглядам и идеям, оформленным в работах других людей, других авторов – владельцев интеллектуальной собственности;
- навыки публичного выступления перед большой аудиторией, аргументирования и отстаивания своей точки зрения, ответов на вопросы сверстников и взрослых, убеждения других в своей правоте, продвижения своих идей;
- навыки работы со специализированными компьютерными программами,

лабораторным оборудованием, техническими устройствами, библиотечными фондами и иными ресурсами, с которыми может быть связана проектно-исследовательская деятельность школьника;

-развитие адекватной самооценки обучающегося.

Данная программа курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» для 8-9 классов рассчитана на работу со школьниками 8-9 классов.

Педагогу важнее акцентировать свое внимание не столько на качестве результата проекта или исследования, сколько на том, чтобы учащийся получал знания в том числе и через выполнение практического задания, делал выводы и умозаключения на основании своего исследования, учился сравнивать его результаты с теоретическим материалом и исследованиями других школьников. Таким образом, школьник освоит основы проектно-исследовательской деятельности и приобретет навык критического отношения к материалу.

#### **Формы проведения занятий.**

Рабочая программа элективного курса «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» организуется в **следующих формах:**

- беседа, лекция,
- тренинги, ролевые игры,
- викторины, участие в конференциях.

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» для 8-9 классов направлена:

- на расширение содержания программ общего образования;
- на реализацию основных направлений региональной образовательной политики;
- на формирование личности ребенка.

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» для 8-9 классов разработана с учетом **рабочей программы воспитания ГАОУ ЧАО «Чукотский окружной профильный лицей»**. Программа предназначена для планирования и организации системной воспитательной деятельности с целью достижения обучающимися личностных результатов образования, определенных ФГОС; реализуется в единстве урочной и внеурочной деятельности. Предусматривает приобщение обучающихся к российским традиционным духовным ценностям, включая культурные ценности своей этнической группы, правилам и нормам поведения в российском обществе. Результаты достижения цели, решения задач воспитания даны в форме целевых ориентиров (направлений), представленных в виде обобщенного портрета выпускника на уровне среднего общего образования и отражены в личностных результатах данной рабочей программы.

#### **Место учебного предмета в учебном плане.**

На изучение курса в 8-9 классах рассчитана на 1 год, отводится 34 часа в год из расчета 1 час в неделю.

## **2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» для 8-9 классов**

### **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Планируемые результаты**

Ученик получит возможность научиться:

- видеть проблемы;
- ставить вопросы;
- выдвигать гипотезы;
- давать определение понятиям;
- классифицировать;
- наблюдать;
- проводить эксперименты;
- делать умозаключения и выводы;
- структурировать материал;
- готовить тексты собственных докладов;
- объяснять, доказывать и защищать свои идеи.

В ходе решения системы проектных задач у младших школьников могут быть сформированы следующие способности:

- рефлексировать (видеть проблему; анализировать сделанное – почему получилось, почему не получилось, видеть трудности, ошибки);
- целеполагать (ставить и удерживать цели);
- планировать (составлять план своей деятельности);
- моделировать (представлять способ действия в виде модели-схемы, выделяя все существенное и главное);
- проявлять инициативу при поиске способа (способов) решения задачи;
- вступать в коммуникацию (взаимодействовать при решении задачи, отстаивать свою позицию, принимать или аргументированно отклонять точки зрения других).

### **Личностные универсальные учебные действия**

У обучающегося будут сформированы:

- положительное отношение к проектно-исследовательской деятельности;
- интерес к новому содержанию и новым способам познания;
- ориентация на понимание причин успеха в проектно-исследовательской деятельности, в том числе на самоанализ и самоконтроль результата, на анализ соответствия результатов требованиям конкретной задачи, понимание предложений и оценок учителя, взрослых, товарищей, родителей;
- способность к самооценке на основе критериев успешности проектно-исследовательской деятельности. Обучающийся получит возможность для формирования:
- внутренней позиции обучающегося на уровне понимания необходимости проектно-исследовательской деятельности, выраженного в преобладании познавательных мотивов и предпочтении социального способа оценки деятельности;
- выраженной познавательной мотивации;
- устойчивого интереса к новым способам познания;
- адекватного понимания причин успешности проектно-исследовательской деятельности;
- морального сознания, способности к решению моральных проблем на основе учета позиций партнеров в общении, устойчивого следования в поведении моральным нормам и этическим требованиям.

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

Обучающийся научится:

- принимать и сохранять учебную задачу;
- учитывать выделенные учителем ориентиры действия;

- планировать свои действия;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль;
- адекватно воспринимать оценку своей работы;
- различать способ и результат действия;
- вносить коррективы в действия на основе их оценки и учета сделанных ошибок;
- выполнять учебные действия в материале, речи, в уме. Обучающийся получит возможность научиться:
- проявлять познавательную инициативу;
- самостоятельно учитывать выделенные учителем ориентиры действия в новом материале;
- преобразовывать практическую задачу в познавательную;
- самостоятельно находить варианты решения познавательной задачи.

### **Познавательные универсальные учебные действия**

Обучающийся научится:

- осуществлять поиск нужной информации для выполнения учебного задания с использованием учебной и дополнительной литературы в открытом информационном пространстве, в том числе контролируемом пространстве интернета;
- использовать знаки, символы, модели, схемы для решения познавательных задач и представления их результатов;
- высказываться в устной и письменной формах;
- ориентироваться на разные способы решения познавательных исследовательских задач;
- владеть основами смыслового чтения текста;
- анализировать объекты, выделять главное;
- осуществлять синтез (целое из частей);
- проводить сравнение, классификацию по разным критериям;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- строить рассуждения об объекте;
- обобщать (выделять класс объектов по какому-либо признаку);
- подводить под понятие;
- устанавливать аналогии;
- оперировать такими понятиями, как проблема, гипотеза, наблюдение, эксперимент, умозаключение, вывод и т. п.;
- делать умозаключения и выводы, аргументировать (защищать) свои идеи и т. п.

Обучающийся получит возможность научиться:

- осуществлять расширенный поиск информации в соответствии с исследовательской и проектной задачами с использованием ресурсов библиотек и сети Интернет;
- фиксировать информацию с помощью инструментов ИКТ;
- осознанно и произвольно строить сообщения в устной и письменной форме;
- строить логическое рассуждение, включающее установление причинно-следственных связей;
- оперировать такими понятиями, как явление, причина, следствие, событие, обусловленность, зависимость, различие, сходство, общность, совместимость, несовместимость, возможность, невозможность и др.;
- использованию исследовательских методов обучения в основном учебном процессе и повседневной практике взаимодействия с миром.

### **Коммуникативные универсальные учебные действия**

Обучающийся научится:

- допускать существование различных точек зрения;
- учитывать разные мнения, стремиться к координации;
- формулировать собственное мнение и позицию;
- договариваться, приходить к общему решению;
- соблюдать корректность в высказываниях;
- задавать вопросы по существу;
- использовать речь для регуляции своего действия;
- контролировать действия партнера;
- владеть монологической и диалогической формами речи.

Обучающийся получит возможность научиться:

- учитывать разные мнения и обосновывать свою позицию;
- аргументировать свою позицию и координировать ее с позицией партнеров при выработке общего решения в совместной деятельности;
- с учетом целей коммуникации достаточно полно и точно передавать партнеру необходимую информацию как ориентир для построения действия;
- допускать возможность существования у людей разных точек зрения, в том числе не совпадающих с его собственной, и учитывать позицию партнера в общении и взаимодействии;
- осуществлять взаимный контроль и оказывать партнерам в сотрудничестве необходимую взаимопомощь;
- адекватно использовать речь для планирования и регуляции своей деятельности.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Умения и навыки работы в сотрудничестве:</b></p> <p>Навыки коллективного планирования.</p> <p>Умение взаимодействовать с любым партнером.</p> <p>Навыки взаимопомощи в группе в решении общих задач.</p> <p>Навыки делового партнерского общения.</p> <p>Умение находить и исправлять ошибки в работе других участников группы</p> | <p><b>Коммуникативные умения:</b></p> <p>Умение инициировать учебное взаимодействие со взрослыми – вступать в диалог, задавать вопросы и т. д.</p> <p>Умение вести дискуссию.</p> <p>Умение отстаивать свою точку зрения.</p> <p>Умение находить компромисс.</p> <p>Навыки интервьюирования, устного опроса и т. д.</p> | <p><b>Рефлексивные умения:</b></p> <p>Умение осмысливать задачу, для решения которой недостаточно знаний.</p> <p>Умение отвечать на вопрос, чему нужно научиться для решения поставленной задачи</p>   |
| <p><b>Менеджерские умения и навыки:</b></p> <p>Умение проектировать процесс (изделие).</p> <p>Умение планировать деятельность, время, ресурсы.</p> <p>Умение принимать решения и прогнозировать их последствия.</p>                                                                                                                      | <p><b>Презентационные умения и навыки:</b></p> <p>Навыки монологической речи.</p> <p>Умение уверенно держать себя во время выступления.</p> <p>Артистические умения.</p> <p>Умение использовать различные средства наглядности при выступлении.</p>                                                                     | <p><b>Поисковые (исследовательские) умения:</b></p> <p>Умение самостоятельно изобретать способ действия, привлекая знания из различных областей.</p> <p>Умение самостоятельно находить недостающую</p> |

|                                                                               |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Навыки анализа собственной деятельности (ее хода и промежуточных результатов) | Умение отвечать на незапланированные вопросы | информацию в информационном поле.<br>Умение запрашивать необходимую информацию у эксперта (учителя, консультанта, специалиста).<br>Умение находить несколько вариантов решения проблемы.<br>Умение выдвигать гипотезы.<br>Умение устанавливать причинно-следственные связи |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **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.

### **3. Содержание программы курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии» для 8-9 классов**

#### **Модуль «Биотехнология» 8 класс (34 часа)**

##### **1. Биотехнология (2 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 (6 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).

Молочнокислое 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 действий 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) (6 часов)**

Плесневые грибы продуценты биологически активных веществ.

Общая характеристика дрожжей сахаромикетов. 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 (4 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. (3 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. (4 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 (4 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) воздействия 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 (5 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 Т-ДНК. Молекулярно-генетические механизмы трансформации. Генетическое редактирование. Современные подходы и достижения генетического редактирования растений. Практическая работа «Геномные ножницы (моделирование работы системы CRISP-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 селекции» 9 класс (34 часа)**

#### **1. Молекулярная биология. (10 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 амплификации 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 (10 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 задание «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. Трёхцветные кошки.

### **3. Молекулярные основы селекции (14 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.

#### 4. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

курса внеурочной деятельности «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности на уроках биологии»  
для 8-9 классов

| класс | Общее<br>кол-во часов       |                                                                                                                                                                                                                                           | Раздел/тема урока                                                                                                                                                                                                                                                   | Количество<br>о часов |                                                                                                                     | Электронный ресурс                                                                                                  |  |
|-------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|       | в<br>неделю                 | в<br>год                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                     | всего                 | к/р,<br>л/р,<br>п/р                                                                                                 |                                                                                                                     |  |
|       | Тема 1. Биотехнология (2 ч) |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |                                                                                                                     |                                                                                                                     |  |
| 8     | 1                           | 34                                                                                                                                                                                                                                        | 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.                                | 1                     |                                                                                                                     | <a href="https://studfile.net/preview/9563605/page:3/">https://studfile.net/preview/9563605/page:3/</a>             |  |
|       |                             |                                                                                                                                                                                                                                           | Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни».                                                                                                                            | 1                     | 1                                                                                                                   | <a href="https://media.foxford.ru/articles/project-work">https://media.foxford.ru/articles/project-work</a>         |  |
|       |                             |                                                                                                                                                                                                                                           | Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов.                                                                                                                                                                                                        | 1                     |                                                                                                                     | <a href="https://studfile.net/preview/9650547/page:6/">https://studfile.net/preview/9650547/page:6/</a>             |  |
|       |                             |                                                                                                                                                                                                                                           | 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                     | 1                                                                                                                   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |  |
|       |                             | Тема 2. Микробиология (6 ч)                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |                                                                                                                     |                                                                                                                     |  |
|       |                             | 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. | 1                                                                                                                                                                                                                                                                   |                       | <a href="https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068">https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068</a> |                                                                                                                     |  |
|       |                             |                                                                                                                                                                                                                                           | Знакомство с доменом Археи (экстремофильность, особенности строения клетки). Лабораторная работа «Фиксированные препараты бактерий. Определение формы                                                                                                               | 1                     | 1                                                                                                                   | <a href="https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068">https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068</a> |  |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |                                                                                                                     |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | предложенных культур микроорганизмов, используя простой метод окраски».                                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Молочнокислое и спиртовое брожение. Фототрофные и хемотрофные бактерии. Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов.<br>Лабораторная работа «Определение типа клеточной стенки методом окрашивания по Граму» (при наличии реактивов).                       | 1 | 1 | <a href="https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068">https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Экспоненциальная модель роста. Кинетика гибели микроорганизмов. Патогенные бактерии. Чумная палочка и черная смерть, ботулизм, столбняк, туберкулез. Лабораторная работа «Приготовление прижизненных препаратов молочнокислых бактерий».                             | 1 | 1 | <a href="https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068">https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | История борьбы с бактериальными инфекциями. Война бесконечности: антибиотики против бактерий. Механизмы действий антибиотиков. Межклеточная коммуникация бактерий. Чувство кворума. Лабораторная работа «Посев смыва с рук на чашки Петри».                          | 1 | 1 | <a href="https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068">https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Применение бактерий человеком. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами. Бактерии, которые могут разлагать пластик. Микроорганизмы в агробиотехнологии. Искусственные ассоциации растений с микроорганизмами                                      | 1 |   | <a href="https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068">https://www.calameo.com/read/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | <b>Тема 3. Эукариотические организмы в биотехнологии (плесневые грибы, дрожжи, водоросли) (6 ч)</b>                                                                                                                                                                  |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Плесневые грибы продуценты биологически активных веществ Общая характеристика дрожжей сахаромикетов. История использования дрожжей в традиционной биотехнологии.                                                                                                     | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Технологии виноделия и хлебопечения, специализированные расы дрожжей. Метаболизм дрожжей. Реакция спиртового брожения. Получение вторичных метаболитов в дрожжах. Дрожжи как продуценты биотоплив.<br>Лабораторная работа «Наблюдение размножения дрожжевых клеток». | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |                                                                                                                     |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 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.<br>Практическая работа «Сравнительный анализ развития дрожжей в аэробных и анаэробных условиях». | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Водоросли – перспективный объект для производства белка и углеводов. Биотехнологические методы очистки твердых, жидких отходов и газообразных отходов производств. Сточные воды. Схемы очистки.                                                                                                                                                                                                                            | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Биофильтры, аэротенки, метантенки, окситенки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Активный ил и входящие в него микроорганизмы. Использование водорослей в очистке сточных вод.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | <b>Тема 4. Наследственная информация (4 ч)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость. Виды изменчивость.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Ген –материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток.                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии. Практическая работа «Ген – инструкция по сборке клетки (на бисере или конструкторе)».                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Транскрипция. Трансляция. Мутации. Практическая работа «Мутация на бутерброде (любой объект из предыдущей работы, где изменение инструкции приведет к изменению внешнего вида объекта)».                                                                                                                                                                                                                                   | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | <b>Тема 5. Вирусология (3 ч)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Положение вирусов в системе органического мира. Структура и химический состав вирусов. Классификация вирусов.<br>Просмотр документального фильма о вирусах.                                                                                                                                                                                                                                                                | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |   |                                                                                                                     |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Репродукция вирусов. Вирусы - возбудители инфекционных болезней. Онковирусы.                                                                                                                                                                                                                        | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Бактериофаги: строение, свойства, применение. Биологические методы борьбы с вирусами.                                                                                                                                                                                                               | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | <b>Тема 6. Генная инженерия и биотехнологии (4 ч)</b>                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Основы генной инженерии. Вектора. Специфические ферменты бактерий.                                                                                                                                                                                                                                  | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Биотехнологии продукции белков в бактериальных культурах.                                                                                                                                                                                                                                           | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Достижения генной инженерии и биотехнологии. CRISPR/Cas — система адаптивного иммунитета бактерий и архей.<br>Практическая работа «Эндонуклеазы рестрикции (работа с нуклеотидными последовательностями на бумаге)».                                                                                | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | ГМО. Методы получения ГМО.<br>Игра-дискуссия: «Выиграй грант на создание ГМО»                                                                                                                                                                                                                       | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | <b>Тема 7. Биотехнологии в животноводстве (4 ч)</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Доместикация основных домашних животных; современные эксперименты по доместикации животных (лисица, норка и др. – эксперименты научной школы академика Беляева).                                                                                                                                    | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование.                                                                                                                                                                                                     | 1 |   | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | 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.<br>Практическая работа «Составление рациона питания животного, расчет расходов на содержание». | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Положительное и побочное (отрицательное) воздействия антибиотиков на организм в ходе лечения животных; цели и задачи ветеринарии. Биотехнология кормовых препаратов.<br>Исследовательская работа «Оценка качества молочной продукции».                                                              | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |

|          |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |          |           | <b>Тема 8. Биотехнологии в растениеводстве(5 ч)</b>                                                                                                                                                                                                                                   |           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|          |          |           | Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора. Практическая работа «Выращиваем горох. Как провести скрещивание у гороха»                                                                                                                                                       | 1         | 1         | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskie-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskie-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |          |           | Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам. Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке» (можно воспользоваться результатами предыдущих экспериментов по составлению питательных растворов для растений). | 1         | 1         | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/ekologicheskie-faktory-ekologicheskaya-nisha-limitiruyushchie-faktory">https://foxford.ru/wiki/biologiya/ekologicheskie-faktory-ekologicheskaya-nisha-limitiruyushchie-faktory</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|          |          |           | Основные подходы селекции и биотехнологии культурных растений, Гибридизация, отдаленная гибридизация, искусственный отбор, гетерозис, трансформация, мутагенез, генетическое редактирование).                                                                                         | 1         |           | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskie-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskie-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |          |           | 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.    | 1         |           | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskie-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskie-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov</a><br><br><a href="https://www.sites.google.com/site/naukaselekcia/cover-page/sozdanie-porod-zivotnyh-i-sortov-rastenij/metody-selekcii-rastenij-i-zivotnyh/selekcia-mikroorganizmov/dostizhenia-i-osnovnye-napravleniya-sovremennoj-selekcii">https://www.sites.google.com/site/naukaselekcia/cover-page/sozdanie-porod-zivotnyh-i-sortov-rastenij/metody-selekcii-rastenij-i-zivotnyh/selekcia-mikroorganizmov/dostizhenia-i-osnovnye-napravleniya-sovremennoj-selekcii</a> |
|          |          |           | Агробактериальная трансформация: Ti-плазмиды. Гены T-DНК. Молекулярно-генетические механизмы трансформации. Генетическое редактирование. Современные подходы и достижения генетического редактирования растений. Есть ли жизнь в пробирке? Биотехнология культурных растений.         | 1         |           | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/metody-molekulyarnoy-biologii-i-molekulyarnaya-biotekhnologiya">https://foxford.ru/wiki/biologiya/metody-molekulyarnoy-biologii-i-molekulyarnaya-biotekhnologiya</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|          |          |           | <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>34</b> | <b>17</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>9</b> | <b>1</b> | <b>34</b> | <b>Тема 1. Молекулярная биология (10 ч)</b>                                                                                                                                                                                                                                           |           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|  |  |                                                                                                                                                                                        |   |   |                                                                                                                     |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Основные вехи развития молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты. Практическая работа «Выделение ДНК из банана».                                                                      | 1 | 1 | <a href="https://studfile.net/preview/9563605/page:3/">https://studfile.net/preview/9563605/page:3/</a>             |
|  |  | Основные принципы строения. Матричные синтезы. Репликация – основа клеточного деления. Практическая работа «Модель ДНК- оригами».                                                      | 1 | 1 | <a href="https://media.foxford.ru/articles/project-work">https://media.foxford.ru/articles/project-work</a>         |
|  |  | Принципы репликации. Мутации. Что вызывает изменения в строении ДНК. Практическая работа «Определение качества препаратов ДНК с помощью спектрофотометрии» (при наличии оборудования). | 1 |   | <a href="https://studfile.net/preview/9650547/page:6/">https://studfile.net/preview/9650547/page:6/</a>             |
|  |  | Принципы репарации. Транскрипция. Генетический код. Практическая работа «Репликативная машина (игра-демонстрация)».                                                                    | 1 | 1 | <a href="https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068">https://ru.calameo.com/books/0043408046e6ecb57d068</a> |
|  |  | Организация генома вирусов Противовирусные средства, механизмы их действия. Практическая работа «ПЦР (модель амплификация на бумаге)»                                                  | 1 | 1 |                                                                                                                     |
|  |  | Организация генома бактерий Антибактериальные препараты. Практическая работа «Сила промотора». Практическая работа «Решение задач на генетический код. Трансляция».                    | 1 | 1 |                                                                                                                     |
|  |  | Организация генома эукариот Геномное редактирование. Практическая работа «Фолдинг белков».                                                                                             | 1 | 1 |                                                                                                                     |
|  |  | Исследовательская работа «Распространение антибиотикорезистентных бактерий».                                                                                                           | 1 | 1 |                                                                                                                     |
|  |  | Практическая работа «Работа в современных генетических базах данных.                                                                                                                   | 1 | 1 |                                                                                                                     |
|  |  | Проведение In silico анализа последовательностей генов»                                                                                                                                | 1 | 1 |                                                                                                                     |
|  |  | <b>Тема 2. Молекулярные основы генетики (10 ч)</b>                                                                                                                                     |   |   |                                                                                                                     |
|  |  | Предмет генетики. Краткая история развития представления о наследственности.                                                                                                           | 1 |   | <a href="https://studfile.net/preview/5765139/page:2/">https://studfile.net/preview/5765139/page:2/</a>             |
|  |  | От гена к признаку: как раскрасить кота. Что такое признак? Путь от гена до признака. Мутации. Аллели. Гетерозиготы и гомозиготы.                                                      | 1 | 1 | <a href="https://vk.com/wall-196174769_1522">https://vk.com/wall-196174769_1522</a>                                 |

|  |  |                                                                                                                                                                |   |   |                                                                                                                                                                                                       |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |                                                                                                                                                                |   |   |                                                                                                                                                                                                       |
|  |  | Доминантные и рецессивные аллели.                                                                                                                              | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Гены строят организм. Включение и выключение большого набора генов. Как клетки понимают, какие гены должны работать.                                           | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Дискретное наследование признаков. Законы Менделя: один ген - один признак. Схема скрещивания.                                                                 | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Закон единообразия гибридов первого поколения. Практическое задание «Единообразие первого поколения».                                                          | 1 | 1 | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Закон расщепления признака во втором поколении. Законы Менделя: несколько генов - несколько признаков. Практическое задание «Расщепление во втором поколении». | 1 | 1 | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Дигибридное скрещивание. Независимое расхождение хромосом. Сцепленное наследование. Практическое задание «Наследование, сцепленное с полом»                    | 1 | 1 | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Взаимодействие генов. Аллельное и неаллельное. Определение пола. Половые хромосомы. Самцы и самки.                                                             | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | Влияние факторов окружающей среды. Хромосомное определение пола. Половые хромосомы. Проблема дополнительной X-хромосомы у женщин. Трехцветные кошки.           | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/pervyy-zakon-mendelya-tipy-vzaimodeystviya-allelnyh-genov</a> |
|  |  | <b>Тема 3. Молекулярные основы селекции (14 ч)</b>                                                                                                             |   |   |                                                                                                                                                                                                       |
|  |  | Гены в популяциях: великое равновесие. Популяция. Частоты встречаемости признака и аллеля. Уравнение Харди-Вайнберга                                           | 1 |   | <a href="https://studfile.net/preview/7882175/page:2/">https://studfile.net/preview/7882175/page:2/</a>                                                                                               |
|  |  | Популяции меняются: численность, миграция и выбор супруга. Факторы, которые выводят популяцию из равновесия Харди-Вайнберга.                                   | 1 | 1 | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/factory-biologicheskoy-evolyutsii">https://foxford.ru/wiki/biologiya/factory-biologicheskoy-evolyutsii</a>                                                 |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Практическое задание «Частоты аллелей, генотипов и фенотипов».                                                                                                                                                          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  |  | Численность популяции. Ролевая игра «Эффект основателя». Дрейф генов. Мутации. Неслучайное скрещивание. Изоляция. Исследовательский проект «Анализ генетической структуры популяции (на основе закона Харди-Вайнберга)» | 1 | 1 | <a href="https://studfile.net/preview/13715568/page:2/">https://studfile.net/preview/13715568/page:2/</a>                                                                                                                                                                                                                                         |
|  |  | Популяции меняются: естественный отбор. Механизм действия естественного отбора. Движущий отбор. Модификационная изменчивость. Ролевая игра «Естественный отбор».                                                        | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/estestvennyy-otbor-ego-mehanizmy-i-formy">https://foxford.ru/wiki/biologiya/estestvennyy-otbor-ego-mehanizmy-i-formy</a>                                                                                                                                                                               |
|  |  | Статистические особенности модификационной изменчивости. Наследование количественных признаков. Исследовательские работы «Модификационная изменчивость растений в пределах вашего места жительства».                    | 1 | 1 | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/fenotipiches-kaya-izmenchivost-eyo-svoystva">https://foxford.ru/wiki/biologiya/fenotipiches-kaya-izmenchivost-eyo-svoystva</a>                                                                                                                                                                         |
|  |  | Количественные признаки. Средовая изменчивость признака. Коэффициент наследуемости признака. Ответ на отбор.                                                                                                            | 1 |   | <a href="https://studfile.net/preview/9434508/page:37/">https://studfile.net/preview/9434508/page:37/</a>                                                                                                                                                                                                                                         |
|  |  | Поиск генов количественных признаков. Однонуклеотидные варианты генов. ДНК-чип.                                                                                                                                         |   |   | <a href="https://testdnk.pro/informacia/chipy-dnk.html">https://testdnk.pro/informacia/chipy-dnk.html</a>                                                                                                                                                                                                                                         |
|  |  | Полногеномный анализ ассоциаций. «Омы» над геномом. Постгеномная эра. Обратная генетика. «Омиксные» исследования. Протеом, метаболом.                                                                                   | 1 |   | <a href="https://present5.com/rossijskij-nacionalnyj-issledovatel'skij-medicinskij-universitet-kafedra-klinicheskoy-laboratornoj/">https://present5.com/rossijskij-nacionalnyj-issledovatel'skij-medicinskij-universitet-kafedra-klinicheskoy-laboratornoj/</a>                                                                                   |
|  |  | Доместикация и центры генетического разнообразия. Поиски растений с «хорошими» признаками для человека.                                                                                                                 | 1 |   | <a href="https://infourok.ru/urok-biologii-po-teme-osnovi-selekcii-metodi-i-dostizheniya-uchenie-nivavilova-o-centrah-mnogoobraziya-i-proishozhdeniya-kulturn-3154092.html">https://infourok.ru/urok-biologii-po-teme-osnovi-selekcii-metodi-i-dostizheniya-uchenie-nivavilova-o-centrah-mnogoobraziya-i-proishozhdeniya-kulturn-3154092.html</a> |
|  |  | Центры генетического разнообразия. Николай Иванович Вавилов. Селекция. Комбинационная и гибридная селекция. Гетерозис.                                                                                                  | 1 |   | <a href="https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskiye-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov">https://foxford.ru/wiki/biologiya/geneticheskiye-osnovy-selektsii-zakon-gomologicheskikh-ryadov</a>                                                                                                                                     |

|  |  |  |                                                                                                                                                   |           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | Сохранить и изучить гены, чтобы менять будущее. Как правильно хранить гены. Коллекции генетических ресурсов растений.                             | 1         |           | <a href="https://ppt-online.org/663963">https://ppt-online.org/663963</a><br><a href="https://studfile.net/preview/5739533/page:8/">https://studfile.net/preview/5739533/page:8/</a>                                                                                                                                                                               |
|  |  |  | Практикум и/или исследовательский проект: Методы культивирования in vitro для сохранения генетических ресурсов растений и для ускоренной селекции | 1         |           | <a href="https://infourok.ru/razrabotka-metodiki-kultivirovaniya-i-sohraneniya-genoresursov-in-vitro-citrusovyh-dlya-ispozovaniya-v-selekcii-i-proizvodstve-4867517.html">https://infourok.ru/razrabotka-metodiki-kultivirovaniya-i-sohraneniya-genoresursov-in-vitro-citrusovyh-dlya-ispozovaniya-v-selekcii-i-proizvodstve-4867517.html</a>                      |
|  |  |  | Генетические центры в нашей стране.                                                                                                               | 1         |           | <a href="https://www.medpoisk.ru/list/all_sites/country/1/rossiya/rubric/40/spec/61">https://www.medpoisk.ru/list/all_sites/country/1/rossiya/rubric/40/spec/61</a><br><a href="https://freepresentation.ru/healthcare/genetika_i_geneticheskie_issledovaniya_na_urale">https://freepresentation.ru/healthcare/genetika_i_geneticheskie_issledovaniya_na_urale</a> |
|  |  |  | Где занимаются генетикой и геномикой для нужд сельского хозяйства                                                                                 | 1         |           | <a href="https://study.sevastopol.su/2020/06/22/rossijskaja-genetika-nad-chem-rabotajut-molodye-uchjonye/">https://study.sevastopol.su/2020/06/22/rossijskaja-genetika-nad-chem-rabotajut-molodye-uchjonye/</a><br><a href="https://ppt-online.org/663963">https://ppt-online.org/663963</a>                                                                       |
|  |  |  | <b>Итого</b>                                                                                                                                      | <b>34</b> | <b>16</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |