Министерство образования Тверской области

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Средняя школа № 45 с углубленным изучением отдельных предметов естественнонаучной направленности»

|  |  |
| --- | --- |
|  | Утверждаю: Директор МБОУ СШ 45\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.Н. Раклистова Приказ №120 - од от «31» мая 2024 г.  |

****

Дополнительная общеобразовательная

(общеразвивающая) программа

естественно-научной направленности

**«Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области генетических исследований и технологий»**

Возраст учащихся: 12 - 14 лет

Срок реализации: 1 год

Автор - составитель: коллектив авторов НИЦ «Курчатовский институт»

г. Тверь 2024 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Генетика – динамичная, быстро развивающаяся область знаний. Современные достижения в области генетических исследований и технологий имеют большое практическое значение в жизни современного общества. Программа «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области генетических исследований и технологий» (далее – Программа) направлена на формирование у обучающихся представления о биоразнообразии и его значении для функционирования биосферы, а также о значении генетики. В Программу включены разделы, касающиеся характеристики всех царств живой природы, разнообразия жизни на Земле в целом и влияния деятельности человека на живую природу, основных генетических закономерностей.

Программа используется при реализации проектов предпрофессионального образования (Курчатовский класс).

## Актуальность Программы

В основе равновесия жизни на Земле лежит биоразнообразие. Генетическое разнообразие определяет способность вида противостоять неблагоприятным факторам внешней среды, а также выполнять свои функции в экосистеме. Исследования, направленные на изучение и поддержание генетического разнообразия, имеют большое теоретическое и практическое значение. В свою очередь, знакомство школьников с современными достижениями генетики и смежных наук является важной задачей современной школы. Реализация Программы позволяет актуализировать знания обучающихся в данном направлении и сформировать у них представление о генетическом разнообразии организмов.

## Новизна Программы

Новизна Программы заключается в том, что данный курс расширяет кругозор обучающихся, повышает их познавательную активность, расширяет знания в различных областях генетики, развивает аналитические способности. В основу Программы заложены различные подходы к содержанию и методам обучения учащихся. Программой предусмотрены формы работы, направленные на дополнение и углубление знаний в области экологии, генетики и биоразнообразия.

## Педагогическая целесообразность Программы

Педагогическая целесообразность Программы заключается в том, что она создает оптимальные условия для формирования у обучающихся навыков практической деятельности в процессе изучения генетики, а также способствует профессиональной идентификации и ранней профилизации обучающихся.

## Отличительная особенность Программы

Отличительная особенность Программы состоит в том, что в основе принципов реализации данной программы лежит не только теоретическая подготовка, но и развитие практических навыков.

Содержание программы позволяет:

* развить ключевые компетенции обучающихся средствами образовательной программы;
* уделить внимание индивидуальным интересам обучающегося;
* сформировать навыки выполнения и оформления практических и исследовательских работ;
* осуществить педагогическую поддержку обучающегося в достижении поставленных им целей.

При реализации содержания данной Программы используется лабораторное оборудование школьного кабинета биологии, что в значительной мере повышает эффективность обучения в процессе учебно-исследовательской деятельности.

## Цель и задачи Программы

Цель Программы – сформировать начальные представления о биологическом разнообразии и общих закономерностях генетики.

## Задачи Программы

Обучающие:

* развить у обучающихся познавательный интерес к предметной области «Биология»;
* сформировать навыки работы обучающихся с учебно-научной литературой;
* заложить основы учебно-исследовательской деятельности (освоение основного инструментария для проведения исследования, форм и методов его проведения и представления результатов);
* освоить правила техники безопасности и сформировать специальные умения и навыки, необходимые при проведении практических работ;
* развить практические умения обучающихся самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания.

Развивающие:

* расширить кругозор и познавательную активность обучающихся;
* развить умение анализировать содержание биологических задач и находить различные способы их решения;
* развить интерес к изучению генетики;
* сформировать культуру работы с различными типами источников информации.

Воспитательные:

* формировать научное мировоззрение;
* воспитывать интерес к изучению генетики и современным генетическим технологиям;
* воспитывать бережное отношение к собственному здоровью и окружающему миру.

## Категория обучающихся

Программа ориентирована на дополнительное образование обучающихся возрастной категории 12–14 лет. Формы и методы организации деятельности ориентированы на индивидуальные и возрастные особенности обучающихся. Прием на обучение по Программе осуществляется на добровольной основе в соответствии с интересами и склонностями детей на основании заявления родителей (законных представителей, опекунов).

## Сроки реализации Программы

Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год составляет 64 часа.

## Формы организации образовательной деятельности и режим занятий

Программа реализуется через очное обучение. Занятия проводятся один раз в неделю по 2 часа. Продолжительность учебных занятий установлена с учетом возрастных особенностей обучающихся, допустимой нагрузки в соответствии с санитарными нормами и правилами, утвержденными СП 2.4.3648-20 «Санитарно- эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи». Программа включает в себя теоретические и практические занятия.

## Планируемые результаты освоения Программы

По итогам реализации Программы, обучающиеся будут **знать:**

* классификацию живых организмов, видовое биоразнообразие;
* формы влияния человека на биологические ресурсы;
* предполагаемые подходы к решению экологических проблем, связанных с деятельностью человека;
* основные правила сохранения окружающей среды, здоровья и безопасности жизни;
* основные принципы, лежащие в основе селекции растений и животных;
* выдающихся учёных и их вклад в развитие генетики и изучение биоразнообразия;
* профилактику вирусных инфекций;
* особенности постановки учебного биологического эксперимента.

По итогам реализации Программы обучающиеся будут **уметь:**

* определять роль генетики в формировании современной научной картины мира;
* демонстрировать на примерах взаимосвязь генетики с другими естественными науками;
* составлять описание и определять видовую принадлежность растений на примере гербария;
* выполнять элементарный биологический эксперимент в соответствии с правилами и приемами техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием;
* устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе биологических знаний;
* формулировать цель и задачи исследования, выдвигать гипотезы;
* использовать лабораторное оборудование при проведении практических работ.

## Формы контроля и оценочные материалы

Формы контроля и оценочные материалы служат для определения результативности освоения Программы обучающимися. Итоговый контроль проводится один раз в конце учебного года.

## Формы проведения аттестации

* Входной и промежуточный контроль (тестирование, опрос);
* конференция участников программы и защита мини-проектов.

# УЧЕБНЫЙ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ) ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тема** | **Количество часов** | **Вид****занятия** | **Проектная деятельность1** |
| **Введение в курс** | **2** |  |  |
| 1 | Входное анкетирование: ожидания обучающихся.Необычные растенияи животные планеты Земля | 1 | Лекция | Сентябрь.Что такое исследование?Этапы проведения исследования.Обзор тем. Выбор темы и ее защита на школьной конференции |
| 1 | Семинар |
| **Разнообразие жизни на Земле** | **10** |  |
| 2 | Видовой состав жизни на Земле. География биоразнообразия | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 3 | Видовое богатство России | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 4 | Классификация живых организмов | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар | Октябрь.Обзор литературы |
| 5 | Иерархия биологической систематики | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 6 | Человек как уникальный вид живой природы+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| **Царство прокариотов (бактерии)** | **4** |  |
| 7 | Многообразие бактерий и их значение в природе и жизни человека+ 2 РОЛИКА | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 8 | Бактерии в промышленности (основы биотехнологии)+ 2 РОЛИКА | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар | Ноябрь.Проведение эксперимента |
| **Предки грибов, растений и животных** | **6** |  |
| 9 | Начальные этапы органической эволюции, или живой мир 3 миллиарда лет назад | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 10 | Хронология развития жизни на Земле (грибы и растения)+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 11 | Хронология развития жизни на Земле (животные) | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |

1 Кураторы научных проектов – сотрудники из числа профессорско-преподавательского состава вузов- партнеров и научных сотрудников НИЦ «Курчатовский институт» и организаций Центра

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тема** | **Количество часов** | **Вид****занятия** | **Проектная деятельность1** |
| **Царство Грибы** | **6** |  |  |
| 12 | Какими бывают грибы и где они растут | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар | Декабрь.Проведение эксперимента |
| 13 | Как устроены и чем питаются грибы | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 14 | Значение грибов в природе и жизни человека | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| **Царство Растения** | **10** |  |
| 15 | Научные биологические коллекции растений | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 16 | Сохранение биоразнообразия растений+ РОЛИК | 1 | Лекция | Январь.Обработка результатов экспериментаФевраль.Оформление проектной работы и полученных результатов |
| 1 | Семинар |
| 17 | Откуда берутся продукты питания?Сельскохозяйственные растения+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 18 | Достижения селекции растений+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 19 | Растения и медицина+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| **Царство Животные** | **14** |  |
| 20 | Научные биологические коллекции животных | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 21 | Зоологические музеи России и мира | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 22 | Видовое разнообразиеживотных. Экологические группы | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар | Март.Получение трех рецензий от профессорско- преподавательско го состава вузов- партнеров |
| 23 | Сельскохозяйственные животные: достижения селекции | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 24 | Лабораторный эксперимент. Этические проблемы+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 25 | Лабораторные животные – герои биологической науки+ 4 РОЛИКА | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тема** | **Количество часов** | **Вид****занятия** | **Проектная деятельность1** |
| 26 | Клонирование животных. Хроника достижений | 1 | Лекция | Апрель.Школьная проектная конференция |
| 1 | Семинар |
| **Вирусы** | **3** |  |
| 27 | Открытие вирусов.Особенности строенияи существования. Значение+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 28 | Профилактика вирусных инфекций | 1 | Семинар |
| **Сохранение живой природы** | **8** |  |
| 29 | Воздействие человека на биоразнообразие+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 30 | Техногенные катастрофы – угроза биоразнообразию | 1 | Лекция | Май.Межрегиональная Курчатовская конференция проектов**2** |
| 1 | Семинар |
| 31 | «Ноев ковчег»: коллекции живых организмов в России и в мире | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| 32 | Выдающиеся ученыеи экспедиции по изучению видового генетическогобиоразнообразия.От Дарвина до Вавилова+ РОЛИК | 1 | Лекция |
| 1 | Семинар |
| **Подведение итогов обучения** | **1** |  |
| 33 | Итоговое анкетирование: оправдание ожиданий обучающихся | 1 | семинар |
| **ИТОГО** | **64** |  |  |

2 Результаты учитываются в индивидуальных достижениях абитуриента при поступлении в вузы-партнеры

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО (ТЕМАТИЧЕСКОГО) ПЛАНА

## Введение в курс

**Входное анкетирование: ожидания обучающихся. Необычные растения и животные планеты Земля**

***Лекция.*** Инструктаж по технике безопасности. Входное анкетирование: ожидания обучающихся. Задачи и план работы.

***Семинар.*** Необычные растения и животные планеты Земля.

## Разнообразие жизни на Земле

**Видовой состав жизни на Земле. География биоразнообразия**

***Лекция.*** Система живых организмов как результат эволюции жизни на Земле. Многообразие видов. Основные принципы современной систематики. Наука биогеография. Влияние географических факторов на биоразнообразие: климат, рельеф местности, почва.

***Семинар.*** Биологическое разнообразие природных зон Земли.

## Видовое богатство России

***Лекция.*** Растительный и животный мир России. Регионы с высоким уровнем видового богатства: Дальний Восток, Южная Сибирь и Северный Кавказ. Эндемики России. Красная книга: редкие и исчезающие животные, растения и грибы России. Особо охраняемые природные территории.

***Семинар.*** Необычные растения и животные планеты России и мира.

## Классификация живых организмов

***Лекция.*** Биологическая систематика – научная основа классификации организмов. История развития систематики: Аристотель, Теофраст, Карл Линней, Жан-Батист Ламарк, Чарльз Дарвин.

***Семинар.*** Иерархический принцип систематики. Филогенетическое древо.

## Иерархия биологической систематики

***Лекция.*** Систематические единицы. Клеточные формы жизни. Эукариоты: царства Грибы, Растения и Животные. Прокариоты: Царство Бактерии.

***Семинар.*** Неклеточные формы жизни: Вирусы.

## Человек как уникальный вид живой природы

***Лекция.*** Человек как биосоциальный вид. Обзор этапов антропогенеза. Происхождение рас. Этногенетика как отрасль науки. Особенности генотипа человека. Группы крови человека. Наследственные заболевания и генетическое консультирование.

***Семинар.*** Наследование групп крови человека.

## Царство прокариотов (бактерии)

**Многообразие бактерий и их значение в природе и жизни человека**

***Лекция.*** Разнообразие форм бактерий. Почвенные бактерии, цианобактерии, молочнокислые бактерии, микробиота кишечника человека и животных. Болезнетворные бактерии, бактерии гниения.

***Семинар.*** Окрашивание бактерий по Граму.

## Бактерии в промышленности (основы биотехнологии)

***Лекция.*** Биологическая очистка сточных вод. Горнодобывающая промышленность: бактериальное выщелачивание металлов. Топливно- энергетический комплекс: получение биотоплива; ликвидация разливов нефти. Пищевая промышленность: производство винного уксуса, квашеной капусты, молочнокислых продуктов. Сельское хозяйство: производство удобрений, обогащение почвы азотом, силосование кормов для сельскохозяйственных животных. Фармацевтическая промышленность: получение лекарственных препаратов.

***Семинар.*** Перспективы использования генной инженерии бактерий и достижений биотехнологии.

## Предки грибов, растений и животных

**Начальные этапы органической эволюции, или живой мир 3 миллиарда лет назад**

***Лекция*** Химическая эволюция (обзорно). Газовый состав древней атмосферы Земли. Появление первых организмов гетеротрофных прокариот. Возникновение фотосинтеза. Эукариоты.

***Семинар.*** Основы геохронологии.

## Хронология развития жизни на Земле (грибы и растения)

***Лекция.*** Основные этапы эволюции растений, ископаемые и современные водоросли. Видовое разнообразие и роль в природе. Появление грибов.

***Семинар.*** Ароморфозы в жизни растений.

## Хронология развития жизни на Земле (животные)

***Лекция.*** Основные этапы эволюции животных (ароморфозы).

***Семинар.*** Определение ископаемых остатков беспозвоночных животных по образцам и иллюстрациям.

## Царство Грибы

**Какими бывают грибы и где они растут**

***Лекция.*** Наука о грибах – микология. Низшие и высшие грибы.

***Семинар.*** Грибы-симбионты. Грибы-сапротрофы. Грибы-паразиты.

## Как устроены и чем питаются грибы

***Лекция.*** Морфологические и физиолого-биохимические признаки грибов как промежуточной группы между растениями и животными. Особенности питания грибов, образование микоризы.

***Семинар.*** Изучение строения низших и высших грибов.

## Значение грибов в природе и жизни человека

***Лекция.*** Использование пекарских дрожжей в качестве модельного объекта в генетических исследованиях. Использование микроскопических грибов в пищевой промышленности. Грибы-продуценты веществ медицинского значения (антибиотики и т. д.). Применение энтомопатогенных грибов в качестве биопестицидов.

***Семинар.*** Использование грибов в биотехнологии.

## Царство Растения

**Научные биологические коллекции растений**

***Лекция.*** Ботанические сады и дендрарии, их роль в изучении и сохранении биоразнообразия растений. Цифровые ботанические коллекции. Информационно- поисковая система «Ботанические коллекции России и сопредельных государств». Гербарий Московского Государственного Университета.

***Семинар.*** Определение видового состава комнатных растений образовательной организации. Составление цифрового гербария.

## Сохранение биоразнообразия растений

***Лекция.*** Методы гербаризации растений. Простейшее оборудование для изготовления гербария (ботанический пресс, копалка, папка).

***Семинар.*** Работа с определителями растений.

## Откуда берутся продукты питания? Сельскохозяйственные растения

***Лекция.*** Хлебные и бобовые зерновые культуры. Сахароносные культуры. Бахчевые культуры. Ореховодство. Овощеводство. Масличные культуры. Растительные альтернативы молочных продуктов. Растительные желирующие агенты: пектин, агар-агар.

***Семинар.*** Выращивание пищевых растений в лабораторных условиях.

## Достижения селекции растений

***Лекция.*** Основные этапы становления селекции растений. Достижения современной селекции. Разнообразие сортов растений. Генетически модифицированные растения.

***Семинар.*** Лекарственные растения в народной медицине3.

## Растения и медицина

***Лекция.*** Фармакогнозия – наука, изучающая лекарственные растения и лекарственное сырье растительного происхождения. Официальные лекарственные растения. Основные группы фитопрепаратов, лекарственные формы и их характеристика.

***Семинар.*** Лекарственные растения в народной медицине (продолжение).

## Царство Животные

**Научные биологические коллекции животных**

***Лекция.*** Научные коллекции зоологических институтов, университетов, музеев. Коллекция Зоологического института РАН как одна из крупнейших в мире.

***Семинар.*** Знакомство с живыми зоологическими и цифровыми зоологическими коллекциями.

## Зоологические музеи России и мира

***Лекция.*** Музей Зоологического института РАН (Москва, Санкт-Петербург).

Мировые музеи естествознания и естественной истории.

***Семинар.*** Разработка виртуальной экскурсии по зоологическому музею (на выбор обучающегося).

3 Семинарские занятия по темам «Достижения селекции растений» и «Растения и медицина» объединены в одно занятие.

## Видовое разнообразие животных. Экологические группы

***Лекция.*** Экологические группы животных: водные, степные, лесные животные, обитатели пустынь.

***Семинар.*** Животный мир Арктики и Антарктики.

## Сельскохозяйственные животные: достижения селекции

***Лекция.*** Общая характеристика сельскохозяйственных животных. Основные методы селекции животных: индивидуальный отбор и гибридизация. Особенности селекции животных. Генетически модифицированные животные.

***Семинар.*** Особенности выведения новых пород животных.

## Лабораторный эксперимент. Этические проблемы

***Лекция.*** Разнообразие лабораторных животных (беспозвоночные и позвоночные). Этические основы использования животных в экспериментальных исследованиях.

***Семинар.*** Законодательство в области использования животных в исследованиях в России и в мире.

## Лабораторные животные – герои биологической науки

***Лекция.*** Использование лабораторных животных в фундаментальных исследованиях. Использование лабораторных животных в прикладных исследованиях. Опыты на безопасность в фармацевтике и косметологии.

***Семинар.*** Значение животных для научных исследований.

## Клонирование животных. Хроника достижений

***Лекция.*** История клонирования животных. Основные принципы клонирования. Возможности, результаты и перспективы клонирования.

***Семинар.*** Этические аспекты клонирования.

## Вирусы

**Открытие вирусов. Особенности строения и существования. Значение**

***Лекция.*** История открытия вирусов. Вирусология. Российские ученые- вирусологи. Строение и особенности существования вирусов. Разнообразие вирусов.

***Семинар.*** Значение вирусов в природе и жизни человека.

## Профилактика вирусных инфекций4

***Семинар.*** Принципы профилактики вирусных инфекций. Вакцинация.

Календарь профилактических прививок РФ. Значение вакцинации. Пандемия.

## Сохранение живой природы

**Воздействие человека на биоразнообразие**

***Лекция.*** Прямое и косвенное влияние человека на биоразнообразие. Преобразование естественных ландшафтов, эксплуатация биологических ресурсов, загрязнение окружающей среды. Проблема утраты биологического разнообразия.

***Семинар.*** Генофонд и охрана видов.

4 По теме «Профилактика вирусных инфекций» предусмотрено только семинарское занятие.

## Техногенные катастрофы – угроза биоразнообразию

***Лекция.*** Виды техногенных катастроф. Крупнейшие техногенные катастрофы в мире и их последствия.

***Семинар.*** Меры по предупреждению техногенных катастроф.

## «Ноев ковчег»: коллекции живых организмов в России и в мире

***Лекция.*** Депозитарий живых систем МГУ – проект «Ноев ковчег». История создания**.**

***Семинар.*** Направления проекта «Ноев ковчег».

## Выдающиеся ученые и экспедиции по изучению видового и генетического разнообразия. От Дарвина до Вавилова

***Лекция.*** Кругосветное путешествие Чарльза Дарвина на корабле «Бигль». Экспедиции Джеймса Кука, Роберта Брауна, Чарльза Уивилла Томсона и Альфреда Уоллеса.

***Семинар.*** Экспедиции ученого-генетика Н.И. Вавилова.

## Подведение итогов обучения

**Итоговое анкетирование: оправдание ожиданий обучающихся**

## Примерные темы мини-проектов по генетике и биоразнообразию

* Деятельность человека как источник биоразнообразия (генетика и селекция).
* Мир нанотехнологий – возможности применения в биологии и медицине.
* Наследственная изменчивость у животных (на примере пород домашних животных).
* Анализ и наследование морфологических признаков у растений (комнатных или культурных).
* Экологическая биотехнология – один из путей сохранения биологического разнообразия.
* Генетическая изменчивость аквариумных рыб на примере гуппи.
* Генетически модифицированные продукты в нашей жизни – вред или польза?
* Биоразнообразие пришкольной территории.
* Палеофауна региона.
* Изучение метода выделения ДНК из биологических материалов на базе школьной биологической лаборатории.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

* Компьютер, принтер,
* демонстрационные материалы,
* микроскоп демонстрационный для проецирования демонстрационных лабораторных и практических работ по биологии на экране или интерактивной доске,
* видеокамера цифровая для работы с оптическими приборами,
* справочная литература для занятий.

# МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Образовательный процесс организуется на основе следующих методов обучения:

* дискуссионный,
* частично-поисковый,
* проектный,
* исследовательский,
* проблемный.

Реализуемые педагогические технологии: критического мышления, проблемного обучения, исследовательской и проектной деятельности.

Практическая часть Программы предусматривает учебные занятия в форме семинаров. Результаты, полученные в ходе семинаров, могут быть использованы обучающимися для выполнения исследовательских и проектных работ.

Общие принципы отбора материала Программы:

* актуальность, научность, наглядность;
* доступность для обучающихся 12–14 лет;
* целостность, объективность, вариативность;
* систематичность содержания;
* практическая направленность;
* реалистичность и реализуемость.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аульченко Ю.С. Практическая и молекулярная генетика для начинающих: 8–9 классы: учебное пособие. / Аульченко Ю.С., Баттулин Н.Р., Бородин П.М. и др. – М.: Просвещение, 2021.
2. Бережнова Е.В. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов: учебник / Е.В. Бережнова, В.В. Краевский. – М.: Академия, 2015.
3. Богданова Т.Л., Солодова Е.А. Биология. Справочник для школьников и поступающих в вузы. Курс подготовки к ГИА, ЕГЭ и дополнительным испытаниям в вузы. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2021.
4. Биология. Современная иллюстрированная энциклопедия / Гл. ред. Горкин А.П. – М.: Росмэн-Пресс, 2006.
5. Пассарг Э. Наглядная генетика. – М.: Лаборатория знаний, 2021.
6. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология. В 3-х томах. – М.: Лаборатория знаний, 2019.

# ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Генетика: [Электронный ресурс] // Большая Российская энциклопедия URL: <https://old.bigenc.ru/biology/text/1867792>.
2. Генетика. Журнал Российской Академии Наук: – URL: <http://www.vigg.ru/genetika/>
3. Депозитарий живых систем МГУ «Ноев ковчег» – URL: [http://depository.msu.ru](http://depository.msu.ru/)
4. Информационно-поисковая система «Ботанические коллекции России и сопредельных государств». – URL: <https://garden.karelia.ru/look/index.shtml>
5. Национальный банк-депозитарий живых систем. Гербарий Московского Государственного Университета. – URL: [https://plant.depo.msu.ru](https://plant.depo.msu.ru/)