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 №97 - од  от «29» августа 2025 г. |

****

Дополнительная общеобразовательная

(общеразвивающая) программа

естественно-научной направленности

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

**Экологическая организация живого»**

Возраст учащихся: 12 - 15 лет

Срок реализации: 1 год

Автор - составитель: коллектив авторов НИЦ «Курчатовский институт»

г. Тверь 2024 г.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММЕ

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 второго года обучения включены разделы, касающиеся разнообразия жизни на Земле и проблем его сохранения, многообразия экосистем, вопросов выведения новых сортов растений и пород животных, методов селекции микроорганизмов, методов и сфер применения биотехнологии.

Программа может быть использована при реализации проектов предпрофильного образования.

**Уровень программы:** основной.

**Направленность программы:** естественно-научная.

###### Актуальность программы

Живые организмы на Земле существуют в постоянном взаимодействии друг с другом и с факторами среды обитания, формируя экосистемы. Изучение многообразия природных экосистем позволяет выявить закономерности приспособления видов к изменяющимся условиям среды, в том числе появления новых генетически закрепленных признаков. Знание этих процессов позволяет влиять на генетическое разнообразие практически значимых видов и выводить новые сорта растений и породы животных методами искусственного отбора. Селекция микроорганизмов (бактерий) позволяет выделять и использовать штаммы грибов и бактерий, подходящие для решения биотехнологических задач. Такие исследования имеют большое теоретическое и практическое значение. Знакомство школьников с современными достижениями генетики и селекции, а также биотехнологии является важной задачей современной школы. Реализация Программы позволяет актуализировать знания обучающихся в данном направлении и сформировать у них представление о современной генетике и биотехнологии.

###### Требования к обучающимся по программе

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).

###### Формы и режим занятий

Программа реализуется через очное обучение. Занятия проводятся один раз в неделю по 2 часа или два раза в неделю по 1 часу. 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, а также она предполагает самостоятельную работу обучающихся в форме проектной деятельности.

###### Сроки реализации программы

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

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

###### Цель освоения программы

Сформировать представление об экологии как науки, современных методах селекции, развития современного сельского хозяйства, основах биотехнологии и сфер ее применения и реализовать знания в проектно-исследовательской деятельности научно-исследовательской деятельности и развить навыки научно-технического творчества.

###### 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, представления и объяснения результатов);

применять правила техники безопасности и 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 экологии, генетики, селекции и биотехнологии; сформировать культуру работы с различными типами источников информации.

Воспитательные:

формировать научное мировоззрение;

воспитывать интерес к изучению практического применения современных генетических и биотехнологических технологий на примере селекции растений, животных и микроорганизмов;

формировать понимание теоретического и практического значения достижений современной биологической науки.

# ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Процесс освоения программы направлен на формирование предметных компетенций в области естественных наук (биологии, физики и химии), а также компетенций учащихся в области:

использования информационно-коммуникационных технологий, учебно- исследовательской и проектной деятельности;

владения информационно-коммуникационными технологиями, поиском, построением и передачей информации, презентацией выполненных работ.

По итогам реализации программы в соответствии с указанными компетенциями, обучающиеся должны усвоить следующие **универсальные учебные действия (знания,**

###### умения, навыки (ЗУН):

знание признаков живых систем;

знание форм воздействия человека на окружающую среду и биологические ресурсы;

знание возможных подходов к решению экологических проблем, связанных с деятельностью человека;

знание о существующем многообразии природных и искусственных экосистем (на примере агроценозов);

знание основных принципов, лежащих в основе селекции растений, животных и микроорганизмов;

знание о выдающихся ученых и их вкладе в развитие генетики, селекции и биотехнологии и изучение биоразнообразия;

умение определять роль генетики и селекции в формировании современной научной картины мира и развитии сельского хозяйства;

умение демонстрировать на примерах взаимосвязь между генетикой и другими естественными науками;

выполнение элементарного биологического эксперимента в соответствии с правилами и приемами техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием;

умение устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе биологических знаний;

умение выбирать и формулировать цель и задачи проекта или исследования, выдвигать гипотезы;

умение обрабатывать, анализировать и представлять результаты проекта или исследования;

навыки использования лабораторного оборудования при проведении практических работ.

# СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

**Трудоемкость:** 128 часов.

**Формы промежуточной аттестации:** семинар, тестирование, опрос.

**Форма итоговой аттестации:** конференция участников программы и защита исследовательских проектов школьного этапа.

###### Учебный (учебно-тематически) план

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Название раздела, темы** | **Период** | **Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся**  **и трудоемкость (в часах)** | | | **Наименование оценочных средств** |
| **Контактная работа преподавателей**  **с обучающимися** | | **Самостоятельная работа** |
| **Лекции** | **Семинарские (практические)**  **занятия** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **Введение в курс** | | сентябрь | **1** | **1** | **2** | В качестве оценочных средств используются вопросы, приведенные в учебном пособии после каждого параграфа |
| 1 | Входное анкетирование.  Инструктаж  по технике безопасности.  Разнообразие жизни на Земле | 1 | 1 | 2 |
| **Глава 1. Многообразие**  **экосистем** | | **6** | **6** | **12** |
| 2 | Многообразие биогеоценозов.  Гидроэкосистемы | 2 | 1 | 3 |
| 3 | Многообразие экосистем  суши | октябрь | 2 | 2 | 4 |
| 4 | Искусственные  экосистемы – агроценозы | 1 | 2 | 3 |
| 5 | Природопользование  в истории человечества | 1 | 1 | 2 |
| **Глава 2. Выведение новых**  **сортов растений** | | ноябрь | **6** | **6** | **12** |
| 6 | Происхождение  культурных растений | 2 | 2 | 4 |
| 7 | Зерновые и зернобобовые  культуры | 1 | 1 | 2 |
| 8 | Овощные и плодовые  культуры | 1 | 1 | 2 |
| 9 | Технические культуры.  Лекарственные растения | декабрь | 1 | 1 | 2 |
| 10 | Комнатные  и декоративные растения | 1 | 1 | 2 |
| **Глава 3. Выведение новых**  **пород животных** | | **5** | **5** | **10** |
| 11 | Селекция животных. | 2 | 2 | 4 |
| 12 | Породы крупного  и мелкого рогатого скота | январь | 1 | 1 | 2 |
| 13 | Породы домашних  животных | 1 | 1 | 2 |
| 14 | Птицеводство.  Голубеводство | 1 | 1 | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **Глава 4. Селекция**  **микроорганизмов** | | февраль | **6** | **4** | **10** |  |
| 15 | Особенности селекции  микроорганизмов | 2 | 2 | 4 |
| 16 | Методы селекции  микроорганизмов | 2 | 1 | 3 |
| 17 | Значение и роль в биологии селекции  микроорганизмов | март | 2 | 1 | 3 |
| **Глава 5. Биотехнология** | | **8** | **7** | **15** |
| 18 | Биотехнология как наука | 2 | 1 | 3 |
| 19 | Вермикультивирование. Наиболее значимые  объекты биотехнологии | 1 | 1 | 2 |
| 20 | Общие сведения о современных методах биотехнологии.  Клеточная инженерия | апрель | 2 | 2 | 4 |
| 21 | Генная инженерия | 1 | 2 | 3 |
| 22 | Биотехнология на службе  у человека | май | 2 | 1 | 3 |
| **Подведение итогов обучения** | | **-** | **3** | **3** |
| 23 | Итоговое анкетирование:  оправдание ожиданий обучающихся | - | 3 | 3 |
| **Итого:** | |  | **32** | **32** | **64** |

###### Состав учебно-методического комплекта

Учебно-методический комплект (УМК) состоит из программы, пособия для учащихся, методического пособия для учителя и видеоматериалов к урокам.

Программа содержит учебно-тематическое планирование курса «Развитие научно- технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области генетических исследований и технологий. Основной уровень. Второй год обучения», описание учебно- методического и материально-технического обеспечения дисциплины, а также методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Учебное пособие представляет собой сборник тем, в котором рассказывается о разнообразии жизни на Земле и проблемах его сохранения, многообразии экосистем, вопросах выведения новых сортов растений и пород животных, методах селекции микроорганизмов, методах и сферах применения биотехнологий.

Методическое пособие для учителя содержит поурочные планы занятий, методические рекомендации по проектной деятельности, список литературы и интернет-ресурсов, рекомендуемых учителю для работы с курсом. Поурочное планирование занятия содержит цель и задачи занятия, планируемые результаты обучения, средства обучения, описание хода занятия, вопросы для обсуждения, примерные темы для исследования (творческого задания), дополнительные вопросы для обсуждения на занятии и ответы к ним, а также содержит пересечения темы с федеральными рабочими программами.

К ряду занятий предложены видеоматериалы, записанные

НИЦ «Курчатовский институт» совместно с ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»:

Разнообразие жизни на Земле; Зерновые и зернобобовые культуры; Овощные и плодовые культуры;

Технические культуры. Лекарственные растения; Методы селекции микроорганизмов;

Особенности селекции микроорганизмов;

Значение и роль в биологии селекции микроорганизмов; Биотехнология как наука;

Вермикультивирование. Объекты биотехнологии;

Общие сведения о современных методах биотехнологии. Клеточнаяинженерия; Генная инженерия;

Биотехнология на службе у человека.

###### План самостоятельной работы обучающихся

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Период** | **Название раздела,**  **темы** | **Вид самостоятельной**  **работы** | **Сроки**  **выполнения** | **Оценочное средство** |
| Сентябрь | Самостоятельная работа обучающихся состоит  в выполнении проектной1 (исследовательской) работы в течение всего года. | Выбор темы исследования | В течение учебного года | Защита исследовательских проектов на школьном этапе конференции участников проекта |
| Октябрь | Написание обзора  литературы |
| Ноябрь-  декабрь | Проведение исследования  (эксперимента) |
| Январь | Обработка результатов  эксперимента |
| Февраль | Оформление проектной  работы |
| Март | Получение рецензий от кураторов научных проектов1. Школьная  проектная конференция |
| Апрель | Региональная проектная  конференция (полуфинал) |
| Май | Межрегиональная Курчатовская конференция  проектов2 (финал) |
| **Общая трудоемкость самостоятельной работы (час) – 64 часа** | | |  |  |

###### Секции (направления) проектов по программе:

* 1. Создание гербария, в том числе цифрового (дикорастущие, сорные, комнатные, лекарственные и другие растения);
  2. Влияние биотических и абиотических факторов на рост и развитие растений;
  3. Микроскопия и биотехнологии.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

###### Краткое содержание тем занятий Введение в курс – 2 часа.

**Лекция.** Инструктаж по технике безопасности. Входное анкетирование: ожидания обучающихся. Задачи и план работы. Разнообразие жизни на Земле. Признаки живых организмов. Таксономическое разнообразие. Основные домены: археи, бактерии и эукариоты. Изучение и изменение биоразнообразия.

**Семинар.** Влияние антропогенного фактора на биоразнообразие и пути его сохранения. Система ООПТ (особо охраняемых природных территорий) – как основа сохранения биоразнообразия.

1Кураторы исследовательских проектов – сотрудники из числа профессорско-преподавательского состава ВУЗов-партнеров и научных сотрудников НИЦ «Курчатовский институт» и организаций центра.

2Результаты учитываются в индивидуальных достижениях абитуриента при поступлении в ВУЗы-партнеры.

###### ГЛАВА 1. МНОГООБРАЗИЕ БИОГЕОЦЕНОЗОВ. ГИДРОЭКОСИСТЕМЫ (12 часов)

###### Многообразие биогеоценозов. Гидроэкосистемы – 3 часа.

**Лекция.** Понятия биогеоценоз и экосистема. Синэкология – один из основных разделов экологии. Классификация экосистем: наземные экосистемы и водные экосистемы. Гидроэкосистемы. Экологические группы организмов, обитающие в водных экосистемах.

**Семинар.** Разнообразие гидроэкосистем: пелагические сообщества, коралловые рифы, сообщества гидротермальных источников срединно-океанических хребтов («Черные курильщики»).

**Многообразие экосистем суши** – 4 часа.

**Лекция.** Понятие «биом». Факторы, влияющие на формирование биомов. Фитоценозы (растительные сообщества). Биомасса. Классификация наземных биомов по типу растительности.

**Семинар.** Основные типы биомов: тундра, тайга, широколиственные леса, степи, саванны, пустыни, тропические леса. Приспособления живых организмов к обитанию в конкретных условиях. Биомы, представленные на территории Российской Федерации.

###### Искусственные экосистемы - Агроценозы – 3 часа.

**Лекция.** Возникновение земледелия и его влияние на изменение облика Земли.

История земледелия. Общее представление об агроценозах.

**Семинар.** Агроценозы и их компоненты. Роль научных исследований в развитии агроценозов. Профессии, представители которых участвуют в растениеводстве и помогают повышать эффективность агроценозов.

###### Природопользование в истории человечества – 2 часа.

**Лекция.** Начало освоения природы людьми. Культурное освоение природы. Человек во взаимодействии с природой. Биогеоценозы как источник благополучия людей. Этапы история природопользования с точки зрения эволюции отношений человека и природы.

**Семинар.** Роль «Зеленой революции» 1940-1970-х годов в обеспечении человечества продовольствием. «Четыре закона экологии» Б. Коммонера.

###### ГЛАВА 2. ВЫВЕДЕНИЕ НОВЫХ СОРТОВ РАСТЕНИЙ (12 часов)

**Происхождение культурных растений** – 4 часа.

**Лекция.** Доместикация (одомашнивание) растений. Теория центров происхождения культурных растений. Экспедиции Н.И. Вавилова и их значение. Вавиловская коллекция и ее значение для науки и практики. Дикие родичи культурных растений. Их генетическое разнообразие. Теория центров происхождения культурных растений.

**Семинар.** Как доместикация растений повлияла на зарождение и развитие цивилизаций? Современные методы исследования земледелия и новые подходы к доместикации.

**Зерновые и зернобобовые культуры** – 2 часа.

**Лекция.** Разнообразие зерновых и зернобобовых культур: хлебные злаки, крупяные культуры, зерновые бобовые. Строение зерновки пшеницы. Пшеница и рожь как основные зерновые культуры. Озимые и яровые культуры.

**Семинар.** Разнообразие крупяных и зернобобовых культур. Для чего они используются и в каком виде потребляются в пищу?

**Овощные и плодовые культуры** – 2 часа.

**Лекция.** Разнообразие овощных и бахчевых культур. Генетическое многообразие сортов, условия произрастания: открытый и закрытый грунт. Генетическое разнообразие плодовых и ягодных культур.

**Семинар.** Работы И.В. Мичурина по выведению новых плодовых сортов. Подвой и привой. Рекомендуемая норма потребления овощей и фруктов.

###### Технические культуры. Лекарственные растения – 2 часа.

**Лекция.** Растительное сырье. Технические культуры: прядильные (лен, хлопчатник), масличные (подсолнечник, соя, лен-кудряш, рапс), сахароносные (сахарная свекла, сахарный тростник, клен сахарный), каучуконосные растения (гевея бразильская). Лекарственные растения.

**Семинар.** Использование технических культур в разных отраслях промышленности. Использование лекарственных растений в фармакологии. Использование биотехнологических методов в селекции технических культур.

**Комнатные и декоративные растения** – 2 часа.

**Лекция.** Разнообразие комнатных и оранжерейных растений. Условия содержания комнатных растений: свет, температура, воздух, вода, субстрат. Размножение комнатных растений.

**Семинар.** Декоративные растения: декоративно-цветущие и декоративно-лиственные. Разнообразие декоративных растений: хризантема, пион, роза. Классификация и селекция декоративных культур.

###### ГЛАВА 3. ВЫВЕДЕНИЕ НОВЫХ ПОРОД ЖИВОТНЫХ (10 часов)

**Селекция животных** – 4 часа.

**Лекция.** Селекция животных: основные понятия. Принципы классической селекции: отбор и подбор. История развития селекции: основные этапы. Развитие селекции в России.

Семинар. Методы селекции животных. Значение современных методов селекции для ускорения выведения новых пород животных.

###### Породы крупного и мелкого рогатого скота – 2 часа.

**Лекция.** Значение крупного рогатого скота для решения продовольственной программы. Биологические особенности экстерьера рогатого скота. Породы крупного рогатого скота: молочные, мясные, молочно-мясные.

**Семинар.** Овцеводство и козоводство. Мясные и мясомолочные породы овец. Шерстяные породы овец: тонкорунные и полутонкорунные. Основные породы коз: шерстяные, пуховые, шубно-меховые, молочные, мясомолочные. Распространение козоводства и овцеводства в мире.

**Породы домашних животных** – 2 часа.

**Лекция.** История одомашнивания животных. Сельскохозяйственные и несельскохозяйственные животные. Производственная классификация сельскохозяйственных животных. Коневодство. Свиноводство. Кролиководство.

**Семинар.** Пчеловодство. Значение пчел для урожайности растений. Использование продуктов пчеловодства: меда, пчелиного яда, пчелиного воска, перги, прополиса. Породы домашних кошек и собак.

**Птицеводство** – 2 часа.

**Лекция.** Птицеводство – самая наукоемкая отрасль сельского хозяйства.

Классификация и хозяйственные характеристики пород кур.

**Семинар.** Промышленное индейководство в России. Разведение уток, гусей, перепелов и страусов в России.

**ГЛАВА 4. СЕЛЕКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ** (10 часов)

**Методы селекции микроорганизмов** – 3 часа.

**Лекция.** Значение дрожжей и плесневых грибов для биотехнологии. Пекарские дрожжи – уникальный биотехнологический объект. Основные направления селекции дрожжей: сбор новых штаммов и геномное редактирование.

**Семинар.** Традиционные (искусственный отбор новых штаммов, искусственный мутагенез) и современные (генная инженерия, клонирование) методы селекции микроорганизмов.

###### Особенности селекции микроорганизмов – 4 часа.

**Лекция.** Сравнительное строение прокариотической и эукариотической клеток. Понятие о штамме бактерий. Особенности строения бактерий, важные для селекции: кольцевая хромосома, гаплоидный набор, высокая интенсивность размножения, наличие плазмид.

**Семинар.** Понятие о генетической карте. Основные участки, выделяемые на генетической карте плазмиды. Особенности работы в микробиологической лаборатории.

###### Значение и роль в биологии селекции микроорганизмов – 3 часа.

**Лекция.** Микробиом человека. Роль селекции микроорганизмов для медицины, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, производстве лекарств. Производство йогурта.

**Семинар.** Антибиотики. Процесс производства антибиотиков. Ферментация – важнейший этапа биотехнологического производства. Устройство ферментера.

**ГЛАВА 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ** (15 часов)

**Биотехнология как наука** – 3 часа.

**Лекция.** Биотехнология как наука. История развития биотехнологии в России.

Значение биотехнологии для сельского хозяйства и производства пищевых продуктов.

**Семинар.** Использование достижений биотехнологии в медицине. Биологическая очистка вод, грунтов и атмосферы. Биоремедиация.

###### Вермикультивирование. Объекты биотехнологии – 2 часа.

**Лекция.** Понятие о вермикультивировании. Виды и группы червей, которые используются в вермикультивировании. Использование вермикультуры в производственных и в домашних условиях.

**Семинар.** Вермикультивирование в естественных условиях. Роль червей в повышении содержания гумуса в почве. Вермифильтрация. Использование червей в аквариумистике.

###### Общие сведения о современных методах биотехнологии. Клеточная инженерия – 4 часа.

**Лекция.** Клеточная инженерия. Соматическая гибридизация. Гибридиомы. Клонирование. Стволовые клетки. Методы редактирования генома. Технология *CRISPR/Cas9*.

**Семинар.** Сферы применения методов клеточной инженерии. Использование стволовых клеток в медицине.

**Генная инженерия** – 3 часа.

**Лекция.** Понятие о генной инженерии. Кишечная палочка (Escherichia coli) – первый

организм, у которого были изменены гены. Использование векторов для модификации ДНК бактерий. Этапы модификации генома бактерий.

**Семинар.** Трансгенные организмы, генетически отредактированный организм, генетически модифицированный организм – в чем между ними разница? Сферы применения генетически модифицированных организмов.

**Биотехнология на службе у человека** – 3 часа.

**Лекция.** Использование микроорганизмов в биотехнологии для пищевой промышленности, в производстве лекарств и вакцин, в переработке пластика. Биотехнология в микроэлектронике. Генетическая модификация растений. Борьба с сельскохозяйственными вредителями с помощью биотехнологий. Животные в биотехнологии.

**Семинар.** Разнообразие сфер применения биотехнологии в современном мире.

Значение биотехнологий для решения продовольственной проблемы и в медицине.

* 1. **Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:** в конце каждого параграфа по теме занятия.

###### Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в учебном пособии «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области генетических исследований и технологий» после каждого параграфа.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

###### Дополнительная литература для педагогов

1. Атлас по генетике. – М.: ИД Русь – Олимп, 2008. – 318 с.
2. 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. – 272 с.
3. Бойчук Ю.Д. Полная энциклопедия животноводства. Справочник-пособие по разведению, содержанию и переработке. — Белгород: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», 2015.
4. Генетика и селекция микроорганизмов – М.: Наука, 2017. – 308 с.
5. Козлов Ю. Н. Генетика и селекция сельскохозяйственных животных / Ю.Н. Козлов, Н.М. Костомахин. – М.: КолосС, 2011. - 264 c.
6. Нецветаев В.П.: Основы биотехнологии. — Белгород: БелГУ, 2007.
7. Пассарг Э. Наглядная генетика. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 508 с.
8. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология. В 3-х томах. – М.: Лаборатория знаний, 2019.

###### Список авторских методических разработок

1. Учебное пособие «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области генетических исследований и технологий. Основной уровень. Второй год обучения».
2. Методическое пособие для учителя «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области генетических исследований и технологий. Основной уровень. Второй год обучения».
   1. **Периодические издания:** «Химия и жизнь», «Наука и жизнь», «Природа» и тематические научные и научно-популярные издания.

###### Перечень ресурсов сети интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Naked Science. Новости науки. – URL: https://naked-science.ru/
2. Генетика. Журнал Российской Академии Наук: – URL: <http://www.vigg.ru/genetika/>
3. Генетика: [Электронный ресурс] // Большая Российская энциклопедия URL: https:// old.bigenc.ru/biology/text/1867792
4. Депозитарий живых систем МГУ «Ноев ковчег» – URL: [http://depository.msu.ru](http://depository.msu.ru/)
5. Информационно-поисковая система «Ботанические коллекции России и сопредельных государств». – URL: https://garden.karelia.ru/look/index.shtml
6. Национальный банк-депозитарий живых систем. Гербарий Московского Государственного Университета. – URL: https://plant.depo.msu.ru
7. ООН. Биоразнообразие – наша самая сильная естественная защита от изменения климата – URL: [https://www.un.org/ru/climatechange/science/climate-issues/](http://www.un.org/ru/climatechange/science/climate-issues/) biodiversity
8. Элементы большой науки. Наука: популярный сайт о большой науке. – URL: https://elementy.ru.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

###### Учебно-лабораторное оборудование

компьютер, МФУ; демонстрационные материалы;

микроскоп демонстрационный для проецирования лабораторных и практических работ по биологии и материаловедению на экране или интерактивной доске;

набор химической посуды и реактивов; справочная литература для занятий; робототехнический комплект.

* 1. **Программное обеспечение, используемые информационные технологии:** открытые ресурсы НИЦ «Курчатовский институт», Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства высшего образования и науки Российской Федерации.

1. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ**

**ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

###### Образовательный процесс организуется на основе следующих методов обучения

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

Реализуемые педагогические технологии: работа в группах, 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.