

Министерство образования и науки Мурманской области
Государственное автономное негосударственное образовательное учреждение
Мурманской области «Центр образования «Лапландия»

ПРИНЯТА

методическим советом

протокол

от 06.05.2026 № 24

Председатель [подпись] О.А. Бережняк

УТВЕРЖДЕНА

приказом ГАОУ МО

«ЦО «Лапландия»

от 06.05.2026 № 536

Директор [подпись] Кулаков С.В.



БИОКВАНТУМ
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«НТО: профиль «Геномное редактирование»

Срок реализации программы: **3 месяца**

Возраст обучающихся: **14-17 лет**

Авторы - составители:

Икко Наталья Викторовна,

канд. биол. наук, зав. лабораторией,

Соколан Нина Ивановна,

педагог дополнительного образования,

Хомякова София Александровна,

педагог дополнительного образования

Мурманск
2026

Направленность программы – естественнонаучная.

Уровень программы – продвинутый.

1. Пояснительная записка

1.1. Область применения программы.

Программа направлена на подготовку учащихся к успешному участию в Национальной технологической олимпиаде по профилю «Геномное редактирование». Обучающиеся освоят методы молекулярной биологии (ПЦР, рестрикция, электрофорез, работа с CRISPR/Cas), биоинформатический анализ (NCBI, UGENE, BLAST) и программирование на Python для решения прикладных биологических задач. Программа реализуется с возможностью применения дистанционных технологий, что делает её доступной для учащихся из любых муниципалитетов.

1.2. Нормативно-правовая база разработки и реализации программы.

Программа разработана в соответствии с нормативными правовыми актами и государственными программными документами:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
- Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р.

1.3. Актуальность, педагогическая целесообразность программы

Актуальность обусловлена стремительным развитием геномных технологий и их внедрением в медицину, сельское хозяйство и промышленность. Система редактирования генома CRISPR/Cas9, удостоенная Нобелевской премии по химии в 2020 году, стала важным инструментом современной биотехнологии. Профиль НТО «Геномное редактирование» входит в перечень РСОШ III уровня, давая победителям и призёрам право на 100 баллов ЕГЭ или поступление без экзаменов по биологии, химии или информатике.

Педагогическая целесообразность программы заключается в комплексной подготовке по трём направлениям: химия (расчётные задачи, приготовление растворов), генетика (молекулярная биология, CRISPR/Cas, методы анализа ДНК) и

информатика (Python, биоинформатические базы данных). Такой подход формирует междисциплинарные компетенции, необходимые для решения олимпиадных задач, сочетающих «мокрую» лабораторную работу и компьютерный анализ.

Отличительные особенности программы:

- сбалансированное соотношение трёх модулей (химия, генетика, программирование) в соответствии с требованиями олимпиады;
- практическая направленность — решение реальных задач отборочных этапов НТО;
- акцент на навыках, востребованных в биотехнологических лабораториях и IT-сфере.

1.4. Цель программы: создание условий для развития учащихся с повышенными познавательными потребностями в области генетики и биоинформатики.

1.5. Задачи программы

Обучающие:

- Создать условия для развития умения решать расчетные и экспериментальные задачи по химии.
- Создать условия для понимания строения нуклеиновых кислот и процессов репликации, транскрипции, трансляции.
- Создать условия для освоения принципов работы системы CRISPR/Cas9 и рестрикционного анализа ДНК.
- Создать условия для формирования навыков работы с биоинформатическими базами данных (NCBI, GenBank) и программой UGENE.
- Создать условия для освоения основного синтаксиса языка программирования Python.
- Создать условия для овладения общими понятиями и принципами программирования на языке Python.
- Создать условия для формирования навыков работы с инструментальными программными средами.
- Создать условия для овладения навыками обработки биологических последовательностей с использованием библиотеки BioPython.

Развивающие:

- Создать условия для развития аналитического мышления и умения решать междисциплинарные задачи.
- Создать условия для формирования алгоритмического подхода к обработке данных.
- Создать условия для развития навыков учебного сотрудничества и распределения ролей в группе.
- Создать условия для развития умений самостоятельно осуществлять поиск информации.
- Содействовать развитию самостоятельной познавательной деятельности.

Воспитательные:

- Создать условия для формирования интереса к современным биотехнологиям и осознанного выбора профессии.
- Создать условия для воспитания ответственного отношения к выполнению заданий, соблюдению сроков и графика работы, достижению поставленных целей.

1.6. Адресат программы.

Программа ориентирована на учащихся 14-17 лет, имеющих базовые знания основ биологии клетки, генетики, основ неорганической химии, уверенное пользование ПК. Минимальное количество человек в группе – 10, максимальное – 12.

1.7. Форма реализации программы: очная с применением дистанционных технологий.

1.8. Срок освоения программы: 3 месяца, объем программы – 60 часов.

1.9. Форма организации занятий: индивидуальная, групповая.

1.10. Режим занятий: два раза в неделю по 2-3 академических часа.

1.11. Виды учебных занятий и работ: лекции, практические работы.

1.12. Ожидаемые результаты обучения

Личностные результаты:

Учащийся будет демонстрировать в деятельности:

- устойчивый интерес к современным биотехнологиям и осознанный выбор профессии в этой сфере;
- способность к самоорганизации, планированию своей деятельности и рефлексии результатов;
- понимание этических аспектов геномного редактирования и социальной ответственности учёного-исследователя.

Метапредметные результаты:

Обучающийся научится:

- находить биологическую информацию в разных источниках, анализировать и оценивать информацию;
- анализировать междисциплинарные условия олимпиадных задач и выбирать эффективную стратегию решения;
- применять алгоритмическое мышление для программирования расчётных и биоинформатических задач;
- работать с базами данных NCBI, GenBank и программой UGENE;
- распределять роли в команде при выполнении практико-ориентированных заданий НТО.

Предметные результаты:

Обучающийся научится:

- решать расчётные и экспериментальные задачи по химии (концентрации, реакции, термодинамика, определение формул веществ);
- объяснять строение нуклеиновых кислот и процессы центральной догмы молекулярной биологии;
- анализировать рестрикционные карты и интерпретировать электрофореграммы, понимать принципы ПЦР и CRISPR/Cas9;
- работать с базами данных NCBI, GenBank и программой UGENE;
- писать программы на Python с использованием условий, циклов, строк, списков, файлов;
- обрабатывать биологические последовательности в форматах FASTA/FASTQ с помощью BioPython;
- решать комплексные олимпиадные задачи, объединяющие химические, биологические расчёты и программирование.

1.13. Формы промежуточного контроля: решение задач в области молекулярной генетики и биоинформатики.

2. Учебный план

2.1. Количество часов по каждой теме с разбивкой на теоретические и практические.

№ п/п	Название раздела	Теория	Практика	Всего	Форма контроля
Модуль «Химия»					
1.	Определение концентрации и объема для приготовления рабочих растворов	1	2	3	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
2.	Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 1.	1	2	3	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
3.	Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 2.	0	2	2	Комбинированная (практическая проверка)
Модуль «Геномное редактирование»					
1.	Строение нуклеиновых кислот и белков	1	0,5	1,5	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
2.	Репликация ДНК	1	1	2	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
3.	Биосинтез белка	1	0,5	1,5	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
4.	Полимеразная цепная реакция	0,5	1	1,5	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
5.	Электрофорез ДНК	0,5	1	1,5	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
6.	Рестриктазы и	0,5	1,5	2	Фронтальная

	ретрикторный анализ ДНК				(устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
7.	Генетическая инженерия и геномное редактирование	1	2	3	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
8.	Биоинформатические инструменты в геномике	-	3	3	Комбинированная (практическая проверка)
Модуль «Программирование»					
1.	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия.	3	3	6	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
2.	Циклы. Строки. Списки.	3	6	9	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
3.	Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули.	6	6	12	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
4.	Задачи НТО прошлых лет.	3	6	9	Комбинированная (практическая проверка)
	Итого:	22,5	37,5	60	

3. Содержание учебного плана

3.1. Краткое описание тем программы (теоретических и практических видов занятий с указанием часов).

Модуль «Химия»

Тема 1. Определение концентрации и объема для приготовления рабочих растворов (3 часа)

Теория (1 час):

Основные определения концентраций растворов. Определение объема рабочих растворов. Взаимосвязь этих величин. Формулы и методы определения. Правило креста.

Практика (2 часа):

Решение примеров и задач на определение концентрации и объема рабочих растворов.

Тема 2. Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 1. (3 часа)

Теория (1 час):

Изучение формул и определений для решения задач по химии.

Практика (2 час):

Решение примеров и задач на определение концентрации и объема рабочих растворов.

Тема 3. Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 2. (2 часа)

Практика (2 часа)

Решение примеров и задач на определение концентрации и объема рабочих растворов.

Модуль «Геномное редактирование»

Тема 1. Строение нуклеиновых кислот и белков (1,5 часа).

Теория (1 час)

Химический состав клетки.

Нуклеиновые кислоты и белки – нерегулярные биополимеры. ДНК и РНК, их роль в наследственности. Центральная догма молекулярной биологии.

Первичная структура нуклеиновых кислот. Макромолекулярная структура нуклеиновых кислот. Неканонические формы ДНК. Аминокислотный состав белков. Пептиды. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структуры белков. Денатурация и ренатурация белков и нуклеиновых кислот.

Практика (0,5 часа)

Решение задач по теме.

Тема 2. Репликация ДНК (2 часа)

Теория (1 час)

Биосинтез нуклеиновых кислот. Репликация ДНК. Основные принципы репликации. Ферменты репликации. Особенности репликации у про- и эукариот. Репликация кольцевых и линейных ДНК. Топологические проблемы репликации.

Практика (1 час)

Решение задач по теме.

Тема 3. Биосинтез белка (1,5 часа)

Теория (1 час)

Структура информационной РНК. Расшифровка генетического кода. Основные свойства генетического кода. Первичная, вторичная и третичная структура транспортной РНК. Аминоацилирование тРНК. Рибосомы, их локализация в клетке. Строение рибосом. Этапы синтеза белка на рибосомах (инициация, элонгация, терминация). Белковые факторы трансляции.

Практика (0,5 часа)

Решение задач по теме.

Тема 4. Полимеразная цепная реакция (1,5 часа)

Теория (0,5 часа)

Основы метода полимеразной цепной реакции. Составление реакционной смеси для ПЦР. Методы детекции продуктов ПЦР. Возможности ПЦР-анализа.

Практика (1 час)

Решение задач по теме.

Тема 5. Электрофорез ДНК (1,5 часа)

Теория (0,5 часа)

Метод электрофореза: принцип метода, применение в молекулярной биологии. Визуализация ДНК.

Практика (1 час)

Решение задач по теме.

Тема 6. Рестриктазы и рестрикционный анализ ДНК (2 часа)

Теория (0,5 часа)

Эндонуклеазы рестрикции – ферменты генной инженерии. Виды рестриктаз. Рестриктазы II класса: особенности их строения и функций. Палиндромы. Классификация рестриктаз II класса: изошизомеры, неошизомеры, изокаудомеры. Образование фрагментов ДНК с «тупыми» и «липкими» концами. Рестрикционный анализ ДНК.

Практика (1,5 часа)

Решение задач по теме.

Тема 7. Генетическая инженерия и геномное редактирование (3 часа)

Теория (1 час)

Основные этапы создания генетически модифицированных организмов. Методы конструирования рекомбинантных ДНК. Ферменты, применяемые генной инженерией. Векторные системы для переноса генов. Генетическая трансформация бактерий, растений и животных. Геномное редактирование.

Практика (2 часа)

Решение задач по теме.

Тема 8. Биоинформатические инструменты в геномике (3 часа)

Практика (3 часа)

Знакомство с биоинформатической базой данных NCBI. UGENE — свободное программное обеспечение для молекулярного биолога. Знакомство с интерфейсом программы. Функциональные возможности программы. Дизайн праймеров и подбор сайтов рестрикции *in silico*. Множественное выравнивание.

Модуль «Программирование»

Тема 1. Операторы. Переменные. Типы данных. Условия. (6 часов)

Теория (3 часа):

Основные сведения о языке программирования Python. Типы данных. Операции над данными. Переменные. Ввод/вывод. Логические операции. Строки.

Практика (3 часа):

Решение практических задач.

Тема 2. Циклы. Строки. Списки. (9 часов)

Теория (3 часа):

Цикл while. Операторы break, continue. Цикл for. Строки и символы. Списки.

Практика (6 часа):

Решение практических задач.

Тема 3. Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули. (12 часов)

Теория (6 часа):

Функции. Словари. Интерпретатор: установка, запуск скрипта. Файловый ввод/вывод. Модули, подключение модулей. Установка дополнительных модулей. Задачи по материалам недели. Библиотеки для анализа данных. NumPy. Библиотека Matplotlib.

Практика (6 часа):

Решение практических задач.

Тема 4. Задачи НТО прошлых лет. (9 часов)

Теория (3 часа):

Дополнительные сведения по решению задач НТО по профилю «Геномное редактирование».

Практика (6 часа):

Решение задач НТО по профилю «Геномное редактирование».

3.2. Формы и виды контроля

Диагностика эффективности образовательного процесса.

В ходе реализации программы обучающимися осуществляются диагностические срезы по определению уровня усвоения программы:

Входная диагностика включает в себя диагностику имеющихся знаний и умений у обучающихся по модулю и проводится в форме тестирования. Форма фиксации результатов - материал тестирования.

Итоговая диагностика является необходимым завершающим элементом программе и проводится при завершении реализации программы. Форма фиксации результатов – решение задач.

Результаты контроля фиксируются в диагностической карте.

Входная диагностика

Материалы тестирования см. в Приложении 3.

Критерии оценки вводной диагностики:

Низкий уровень – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 60 % и ниже.

Средний уровень – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61–79 %.

Высокий уровень – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 80 % и выше.

Итоговая диагностикаКритерии оценки уровней освоения модулей:

Уровни	Показатели
Высокий уровень (80-100%)	Обучающийся полно и правильно отвечает на все вопросы ситуационной задачи, свободно владеет понятиями.
Средний уровень (50-79%)	Обучающийся правильно решает задачу, но отвечает не на все поставленные вопросы, опуская детали, допуская негрубые ошибки; частично владеет системой понятий.
Низкий уровень (менее 50%)	Обучающийся правильно решает отдельные фрагменты задачи, отвечает не на все поставленные вопросы, допуская ошибки; не владеет понятийным аппаратом.

**Сводная таблица результатов обучения
по дополнительной общеразвивающей программе
«Геномное редактирование
(дистанционная программа по компетенции НТО)»**

Педагоги доп. образования: Соколан Н.И., Икко Н.В., Хомякова С. А.
группа № _____

№ п/п	ФИО обучающегося	Оценка теоретических знаний	Оценка практических умений и навыков	Итоговая оценка
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				

Средний балл _____

Показатели освоения дополнительной общеразвивающей программы

Уровни освоения программы (в %):

Низкий _____

Средний _____

Высокий _____

4. Комплекс организационно-педагогических условий

4.1. Календарный учебный график (приложение 1 к программе).

4.2. Ресурсное обеспечение программы:

- материально-техническое обеспечение

Для проведения лекций и практических работ необходимы свободный доступ к сети «Интернет» и следующие аппаратные средства:

- персональный компьютер;
- система видеоконференцсвязи;
- система дистанционного обучения (СДО);
- программа UGENE (ссылка для скачивания <http://ugene.net/download.html>);
- программа PyMOL 3.0 (ссылка для скачивания [PyMOL | pymol.org](http://pymol.org));
- онлайн приложение «CCTop - CRISPR/Cas9 target online predictor» - URL: [CCTop - CRISPR/Cas9 target online predictor \(uni-heidelberg.de\)](http://cctop.uni-heidelberg.de);
- онлайн приложение «RNAfold web server» - URL: <http://rna.tbi.univie.ac.at/cgi-bin/RNAWebSuite/RNAfold.cgi>

Учебно-методические средства обучения:

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя презентации, видеоматериалы, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет, рабочие тетради обучающихся.

- информационно-методическое обеспечение:

№ п/п	Название раздела, темы	Формы организации учебных занятий	Технология организации занятий	Методы и приёмы работы с учащимися	Возможный дидактический материал	Техническое оснащение занятия	Форма отслеживания и фиксации результатов
Модуль «Химия»							
1.	Определение концентрации и объема для приготовления рабочих растворов	Лекция, практическая работа	Традиционные технологии	– Словесные методы (устное изложение); – Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
2.	Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 1.	Лекция, практическая работа	Традиционные технологии	– Словесные методы (устное изложение); – Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
3.	Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 2.	Практическая работа, самостоятельная работа	Традиционные технологии	– Словесные методы (устное изложение); – Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
Модуль «Геномное редактирование»							
1.	Строение нуклеиновых кислот и белков	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
2.	Репликация ДНК	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
3.	Биосинтез белка	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная

				Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);			(практическая проверка)
4.	Полимеразная цепная реакция	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
5.	Электрофорез ДНК	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
6.	Рестриктазы и рестрикционный анализ ДНК	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
7.	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Лекция-беседа, практическая работа	Традиционные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
8.	Биоинформатические инструменты в геномике	Лекция-беседа, практическая работа	Компьютерные технологии	Методы проблемного обучения (частично-поисковый, исследовательский)	Презентация, видео, программное обеспечение	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО, программа , программа UGENE	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
Модуль «Программирование»							
1.	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия	Лекция-беседа, практическая работа	Компьютерные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций)	Презентация, видео	Компьютер, проектор, программа PyCharm	Комбинированная (практическая проверка).
2.	Циклы. Строки.	Лекция-беседа,	Компьютерные	Словесные методы	Презентация,	Компьютер, проектор,	Комбинированная

	Списки	практическая работа	технологии	(устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций)	видео	программа PyCharm	(практическая проверка).
3.	Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули.	Лекция-беседа, практическая работа	Компьютерные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций)	Презентация, видео	Компьютер, проектор, программа PyCharm	Комбинированная (практическая проверка).
4.	Задачи НТО прошлых лет.	Лекция-беседа, практическая работа	Компьютерные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций)	Презентация	Компьютер, проектор, программа PyCharm	Комбинированная (практическая проверка).

5. Рабочая программа воспитания

Цель воспитания – создание условий для воспитания гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций»

Задачи:

- воспитание положительных морально-волевых качеств: ответственности, дисциплинированности, честности, трудолюбия, самостоятельности;
- формирование доброжелательного отношения к товарищам, уважительного отношения к результатам своих достижений и достижениям других;
- формирование духовно-нравственных качеств социально активной личности, воспитание трудолюбия, инициативности и настойчивости в преодолении трудностей;

Целевые ориентиры воспитания:

- формирование интереса к науке, к истории естествознания;
- формирование познавательных интересов, ценностей научного познания;
- формирование понимания значения науки в жизни российского общества;
- формирование уважения к научным достижениям российских учёных;
- формирование опыта участия в значимых научно-исследовательских проектах;
- формирование воли, дисциплинированности в исследовательской деятельности.

Формы и методы воспитания

Основной формой воспитания и обучения детей в системе дополнительного образования является **учебное занятие**. В ходе учебных занятий в соответствии с предметным и метапредметным содержанием программ обучающиеся: усваивают информацию, имеющую воспитательное значение; получают опыт деятельности, в которой формируются, проявляются и утверждаются ценностные, нравственные ориентации; осознают себя способными к нравственному выбору; участвуют в освоении и формировании среды своего личностного развития, творческой самореализации.

Итоговые мероприятия (конкурсы, соревнования) способствуют закреплению ситуации успеха, развивают рефлексивные и коммуникативные умения, ответственность, благоприятно воздействуют на эмоциональную сферу детей.

Методы оценки результативности реализации программы в части воспитания:

педагогическое наблюдение

Календарный план воспитательной работы в Приложении 2

6. Список литературы

Список использованной литературы: (для педагога)

1. Агрономов, А.Е. Сборник задач по органической химии / А.Е. Агрономов. - М.: МГУ, 2000. - 160 с.
2. Блинов, Л., Н. Сборник задач и упражнений по общей химии: Учебное пособие / Л.Н. Блинов, И.Л. Перфилова. - СПб.: Лань, 2016. - 188 с.
3. Блинов, Л.Н. Сборник задач и упражнений по общей химии: Учебное пособие / Л.Н. Блинов, И.Л. Перфилова, Т.В. Соколова. - СПб.: Лань, 2016. - 188 с.
4. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.
5. Глинка, Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 2003.
6. Гольбрайх, З.Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учебное пособие / З.Е. Гольбрайх. - М.: Высшая школа, 2013. - 224 с.
7. Гольбрайх, З.Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учебное пособие / З.Е. Гольбрайх. - М.: Высшая школа, 2014. - 224 с.
8. Гребенкина, Н.А., Андреюк Д.А. Генная инженерия. – М.: Фонд новых форм развития образования. – 2018. – 148 с.
9. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
10. Зыкова, Е.В. Химия. Сборник задач и упражнений по химии. 8-9 классы: Учебное пособие / Е.В. Зыкова. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 216 с.
11. Каюмов, А.Р. Молекулярный анализ генома. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -60 с.
12. Коницев, А.С. Молекулярная биология [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования, обучающихся по профилю "Биология" / Коницев А. С., Севастьянова Г. А. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 399 с.

Список рекомендуемой литературы: (для обучающихся и родителей)

1. Агрономов, А.Е. Сборник задач по органической химии / А.Е. Агрономов. - М.: МГУ, 2000. - 160 с.
2. Блинов, Л., Н. Сборник задач и упражнений по общей химии: Учебное пособие / Л.Н. Блинов, И.Л. Перфилова. - СПб.: Лань, 2016. - 188 с.
3. Блинов, Л.Н. Сборник задач и упражнений по общей химии: Учебное пособие / Л.Н. Блинов, И.Л. Перфилова, Т.В. Соколова. - СПб.: Лань, 2016. - 188 с.
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / под ред. Н.К. Янковского - М.: Мир, 2002. - 589 с.

5. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 2003.
6. Гольбрайх, З.Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учебное пособие / З.Е. Гольбрайх. - М.: Высшая школа, 2013. - 224 с.
7. Гольбрайх, З.Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учебное пособие / З.Е. Гольбрайх. - М.: Высшая школа, 2014. - 224 с.
8. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
9. Зыкова, Е.В. Химия. Сборник задач и упражнений по химии. 8-9 классы: Учебное пособие / Е.В. Зыкова. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 216 с.
10. Масахара, Такэмура. Занимательная молекулярная биология. Манга [Текст] / Такэмура Масахаро; Сакура; пер. с яп. Клионского А. Б. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 228 с.
11. Практическая молекулярная генетика для начинающих: 8 – 9-е классы: учебное пособие / под ред. П.М. Бородина и Е.Н. Ворониной – Москва: Просвещение, 2023. – 271 с.
12. Флямер И. Важнейшие методы молекулярной биологии и генной инженерии / Биомолекула [Электронный ресурс] - <https://biomolecula.ru/articles/vazhneishie-metody-molekuliarnoi-biologii-i-gennoi-inzhenerii> – дата обращения 29.04.2026 г..
13. Гельфанд М.С. Что может биоинформатика / Химия и жизнь [Электронный ресурс]. – 2009. - № 9. - URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430895/Chto_mozhet_bioinformatika – дата обращения 29.04.2026 г.
14. Биоинформатика - наука XXI века (видео) - URL: https://www.youtube.com/watch?v=R6_19X6fNPU – дата обращения 29.04.2026 г.
15. 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть I, историческая. Волкова О., Пташник О. / Биомолекула [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaja> – дата обращения 29.04.2026 г.
16. 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть II: инструменты и техники. Волкова О., Пташник О. / Биомолекула [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-ii-instrumenty-i-tekhniki> – дата обращения 29.04.2026 г.
17. 12 методов в картинках: полимеразная цепная реакция. Панов А., Пташник О. / Биомолекула [Электронный ресурс] – 2017 г. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia> – дата обращения 29.04.2026 г.
18. 12 методов в картинках: секвенирование нуклеиновых кислот. Недолужко А., Пташник О. / Биомолекула [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-sekvenirovanie-nukleinovykh-kislot> – дата обращения 29.04.2026 г.
19. 12 методов в картинках: протеомика. Мошковский С., Пташник О. / Биомолекула [Электронный ресурс] – 2017. – URL: <https://bio>– дата

обращения 29.04.2026 г. molecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-proteomika

20.12 методов в картинках: «сухая» биология. Табакмахер В., Пташник О. / Биомолекула [Электронный ресурс] – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-sukhaia-biologiia> – дата обращения 29.04.2026 г.

Электронные ресурсы:

1. База данных медицины и молекулярной биологии NSBI - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> – дата обращения 29.04.2026 г.
2. База данных плазмид - URL: <https://www.addgene.org/> – дата обращения 29.04.2026 г.
3. База данных протеинов - URL: [RCSB PDB: Homepage](https://www.rcsb.org/) – дата обращения 29.04.2026 г.
4. Видео «Создание множественного выравнивания последовательностей из файла формата FASTA» - URL: https://vk.com/video-74359225_169913986 – дата обращения 29.04.2026 г.
5. Видео «Работа с последовательностью: основные операции, часть 1» - URL: https://vk.com/video-74359225_169913996 – дата обращения 29.04.2026 г.
6. Видео «Поиск повторов в последовательности ДНК с помощью UGENE» - URL: https://vk.com/video-74359225_169981847 – дата обращения 29.04.2026 г.
7. Видео «Поиск сайтов рестрикции в UGENE» - URL: https://vk.com/video-74359225_169934704 – дата обращения 29.04.2026 г.
8. Видео «Работа с множественным выравниванием последовательностей, основы» - URL: https://vk.com/video-74359225_169914004 – дата обращения 29.04.2026 г.
9. Видео «Работа с Open Reading Frames (ORF-ы) в UGENE» - URL: https://vk.com/video-74359225_169981845 – дата обращения 29.04.2026 г.
10. Видео «Методы построения филогенетических деревьев» - URL: https://vk.com/video-74359225_170064984 – дата обращения 29.04.2026 г.
11. ВОЗ выпускает новые рекомендации по редактированию генома человека в целях улучшения показателей здоровья населения / сайт Всемирной организации здравоохранения - URL: <https://www.who.int/ru/news/item/12-07-2021-who-issues-new-recommendations-on-human-genome-editing-for-the-advancement-of-public-health> – дата обращения 29.04.2026 г.
12. Лекции «Генная инженерия в школе» - URL: https://www.youtube.com/@gen_eng
13. Материалы заданий командной инженерной олимпиады школьников «Олимпиада Кружкового движения Национальной технологической инициативы» по профилю «Геномное редактирование» (2019/2020 учебный год) [Электронный ресурс] - URL: <https://drive.google.com/file/d/13Pwnyu2-tprRc8dlpXXeI-wIcK9j2Sh9/view> – дата обращения 29.04.2026 г.
14. Материалы заданий командной инженерной олимпиады школьников «Олимпиада Кружкового движения Национальной технологической инициативы» по профилю «Геномное редактирование» (2020/2021 учебный

- год) [Электронный ресурс] - URL: <https://drive.google.com/file/d/17uarDOb4fV11Uvr7-S9wJzwEF5Q-nfZJ/view> – дата обращения 29.04.2026 г.
15. Материалы заданий Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников «Национальная технологическая олимпиада» по профилю «Геномное редактирование» (2021/2022 учебный год) – URL: <https://ntcontest.ru/docs/gr-assignments.pdf> – дата обращения 29.04.2026 г.
16. Материалы заданий Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников «Национальная технологическая олимпиада» по профилю «Геномное редактирование» (2022/23 учебный год) – URL: <https://ntcontest.ru/docs/genom-assignments.pdf> – дата обращения 29.04.2026 г.
17. Материалы заданий Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников «Национальная технологическая олимпиада» по профилю «Геномное редактирование» (2023/24 учебный год) – URL: <https://ntcontest.ru/docs/7.%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BC%2023-24.pdf> – дата обращения 29.04.2026 г.
18. Материалы курса «Практическая биоинформатика и молекулярная биология» - URL: <https://www.youtube.com/@nsusynbio> – дата обращения 29.04.2026 г.
19. Методы молекулярной биологии и молекулярная биотехнология. Биология (Молекулярная биология) [Электронный ресурс] / Фоксфорд. Учебник. – URL: <https://foxford.ru/wiki/biologiya/metody-molekulyarnoy-biologii-i-molekulyarnaya-biotehnologiya>. – дата обращения 29.04.2026 г.
20. Молекулярная биология [Электронный ресурс] / Postnauka.ru - URL: <https://postnauka.ru/themes/molekulyarnaya-biologiya> – дата обращения 29.04.2026 г.
21. Национальная технологическая олимпиада (официальный сайт) - URL: <https://ntcontest.ru/> – дата обращения 29.04.2026 г.
22. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер ; пер. с англ.—2-е изд. (эл.).—Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 855 с.).—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 - URL: [http://213.230.96.51:8090/files/ebooks/Biologiya/Uilson%20K.,%20Uolker%20Dzh.%20\(red.\)%20\(%20Wilson%20K.,%20Walker%20J.%20\)%20Principy%20i%20metody%20bioximii%20i%20molekulyarnoj%20biologii%20\(Binom,%202013\)\(ru\)\(ISBN%209785947749373\)\(C\)\(855s\)%20B%20.pdf](http://213.230.96.51:8090/files/ebooks/Biologiya/Uilson%20K.,%20Uolker%20Dzh.%20(red.)%20(%20Wilson%20K.,%20Walker%20J.%20)%20Principy%20i%20metody%20bioximii%20i%20molekulyarnoj%20biologii%20(Binom,%202013)(ru)(ISBN%209785947749373)(C)(855s)%20B%20.pdf) – дата обращения 29.04.2026 г.
23. Северинов Константин. Редактирование генома с CRISPR/Cas9 / Постнаука - <https://postnauka.ru/animate/154870> – дата обращения 29.04.2026 г.
24. Спецпроект «12 биологических методов в картинках» [Электронный ресурс] / Биомолекула - URL: <https://biomolecula.ru/specials/metody> – дата обращения 29.04.2026 г.
25. Редактирование генома / сайт компании KWS - URL: <https://www.kws.com/ru/ru/innovatsiya/metody-selekcii/redaktirovanie-genoma/> – дата обращения 29.04.2026 г.

26. Редактирование генома / сайт компании SkyGen - URL:
<https://www.skygen.com/podderzhka/obzory/29-redaktirovanie-genomov/> – дата
обращения 29.04.2026 г.

Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Название события, мероприятия	Сроки	Форма проведения
1.	День города-героя Мурманска	4 октября	Беседа
2.	Всемирный день науки	10 ноября	Беседа

Вопросы вводной диагностики

Выберите один верный ответ из четырех

1. Любой ген в клетке представляет собой
 - 1) молекулу АТФ, богатую энергией
 - 2) молекулу ДНК в соединении с белками
 - 3) одну нить молекулы ДНК, состоящую из множества нуклеотидов
 - 4) отрезок молекулы ДНК, контролирующей синтез одной полипептидной цепи

2. Реакции окисления органических веществ в клетке, сопровождаемые синтезом молекул АТФ за счет освобождаемой энергии, называют
 - 1) энергетическим обменом
 - 2) пластическим обменом
 - 3) фотосинтезом
 - 4) хемосинтезом

3. Рибосомная РНК синтезируется в основном в
 - 1) ядрышке
 - 2) рибосомах
 - 3) митохондриях
 - 4) лизосомах

4. Синтез какого вещества происходит в ядре?
 - 1) белка
 - 2) глюкозы
 - 3) иРНК
 - 4) липида

5. Для всех живых существ на Земле генетический код един, поэтому его считают
 - 1) триплетным
 - 2) однозначным
 - 3) прерывающимся
 - 4) универсальным

6. Антикодону УГЦ на транспортной РНК соответствует триплет на ДНК
 - 1) ТГЦ
 - 2) АГЦ
 - 3) ТЦГ
 - 4) АЦГ

7. Строго фиксированное начало считывания наследственной информации имеет
- 1) ген в цепи ДНК
 - 2) ген в цепи рРНК
 - 3) молекула тРНК
 - 4) молекула белка
8. В конце каждого гена находится триплет, который не кодирует ни одной аминокислоты и обозначает прекращение синтеза
- 1) одной белковой цепи
 - 2) нескольких молекул белка
 - 3) синтеза ДНК
 - 4) синтеза иРНК
9. В процессе дыхания энергия может переходить из
- 1) химической в тепловую
 - 2) механической в тепловую
 - 3) тепловой в химическую
 - 4) тепловой в механическую
10. Какие вещества синтезируются в клетках человека из аминокислот?
- 1) фосфолипиды
 - 2) углеводы
 - 3) витамины
 - 4) белки
11. Информация о порядке расположения аминокислот в молекулах белка, записанная с помощью последовательности нуклеотидов в ДНК, - это
- 1) генетический код
 - 2) генофонд
 - 3) триплет
 - 4) генотип
12. Каждый триплет кодирует всего одну аминокислоту, поэтому код считают
- 1) универсальным
 - 2) триплетным
 - 3) однозначным
 - 4) вырожденным
13. Хранителем наследственности в клетке являются молекулы ДНК, так как в них закодирована информация о
- 1) составе полисахаридов
 - 2) структуре молекул липидов
 - 3) первичной структуре молекул белка
 - 4) строении аминокислот

14. Большую роль в биосинтезе белка играет тРНК, которая
- 1) служит матрицей для синтеза белка
 - 2) служит местом для сборки полипептидной цепи
 - 3) переносит информацию из ядра к рибосомам
 - 4) доставляет аминокислоты к рибосомам
15. В рибосомах животной клетки протекает процесс
- 1) хемосинтеза
 - 2) биосинтеза
 - 3) фотосинтеза
 - 4) гликолиза
16. В молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 15% от общего числа. Доля нуклеотидов с тиминем в этой молекуле составит
- 1) 30%
 - 2) 35%
 - 3) 70%
 - 4) 85%
17. Последовательность аминокислот в молекуле белка может не измениться при замене одного нуклеотида на другой в молекуле ДНК, благодаря следующему свойству кода
- 1) вырожденности
 - 2) универсальности
 - 3) однозначности
 - 4) триплетности.
18. Для соединения одной молекулы аминокислоты с тРНК необходима энергия ... молекул АТФ
- 1) 1
 - 2) 2
 - 3) 3
 - 4) 4
19. Определите количество молекул аминокислот в полипептиде, если иРНК содержит 360 нуклеотидов
- 1) 120
 - 2) 360
 - 3) 720
 - 4) 1080
20. В жизненном цикле клетки процессы транскрипции осуществляются в
- | | |
|--------------|-------------|
| 1) интерфазе | 2) профазе |
| 3) метафазе | 4) телофазе |

Пример задачи для итоговой диагностики

Полимеразная цепная реакция является исключительно важным современным методом молекулярной биологии. В честь дня рождения Томаса Ханта Моргана лаборант решил получить ПЦР-продукт гена *white* длиной 152 пары нуклеотидов. Ген *white* кодирует транспортер прекурсоров пигментов глаза дрозофилы, мутация в нем приводит к формированию белых глаз. Последовательность данного гена в базе данных Gene Bank имеет идентификатор X02974.2.

Для амплификации участка ДНК методом ПЦР требуется заказать прямой и обратный праймеры. Последовательность праймеров принято записывать от 5'-конца к 3'-концу.

Определите последовательность обратного праймера длиной 16 нуклеотидов, если в качестве прямого праймера был использован следующий олигонуклеотид 5'-СТСГСААСГГАААСС-3'.

Пояснение к ответу

Для решения задачи следует воспользоваться интерфейсом NCBI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Ответ: GGCTGTTGСТААТАТТ.