

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

ПРИНЯТА
методическим советом
протокол

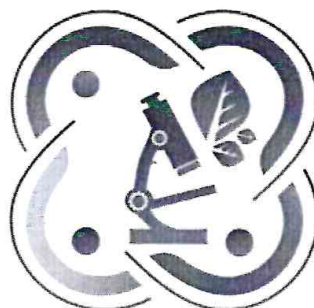
от 29.05.24 № 26

Председатель _____ О.А. Бережняк

УТВЕРЖДЕНА

приказом ГАОУ МО
«ЦО «Лапландия»

от 29.05.24 № 76
Директор _____ Кулаков С.В.



БИОКВАНТУМ
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«Геномное редактирование. НТО»

Возраст обучающихся: **14-17 лет**
Срок реализации программы: **3 месяца**

Авторы - составители:
Икко Наталья Викторовна,
канд.биол.наук, зав. лабораторией
Соколан Нина Ивановна,
педагог дополнительного
образования
Рзаев Роман Александрович,
педагог дополнительного
образования

Мурманск
2024

I. Пояснительная записка

1.1. Область применения программы.

Программа может применяться в учреждениях дополнительного образования и общеобразовательных организациях при наличии материально-технического обеспечения и соблюдении санитарных норм.

Направленность программы – естественнонаучная.

1.2. Нормативно-правовая база разработки и реализации программы.

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

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Постановление Правительства РФ от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы» в редакции от 01.07.2021;
- Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 года №816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 №629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмо Министерства образования и науки РФ от 25.07.2016 № 09-1790 «Рекомендации по совершенствованию дополнительных образовательных программ, созданию детских технопарков, центров молодежного инновационного творчества и внедрению иных форм подготовки детей и молодежи по программам инженерной направленности»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ 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»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ 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».

1.3. Актуальность, педагогическая целесообразность программы

На сегодняшний день существенным фактором, препятствующим

развитию инновационных отраслей в области биомедицины, биотехнологии, нанотехнологии, является острый недостаток специалистов, способных квалифицированно подходить к организации проектной работы в промышленности и научно-исследовательской деятельности. В связи с этим актуальной задачей является разработка и реализация общеразвивающих программ по направлениям геномика и молекулярная биотехнология, которые входят в сквозную технологию Национальной технологической инициативы «Управление свойствами биологических объектов».

Программа дает возможность учащимся подготовиться к Национальной технологической олимпиаде по профилю «Геномное редактирование». В рамках программы рассматриваются материалы заданий по химии первого отборочного этапа и заданий второго отборочного этапа по профилю Олимпиады. Благодаря Национальной технологической олимпиаде школьники 8–11 классов могут познакомиться с задачами, которые ежедневно решают молекулярные биологи в лаборатории. Использование дистанционных технологий позволяет повысить доступность изучения данного направления биологии для учащихся образовательных организаций из любого муниципалитета Мурманской области.

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 формирования понимания возрастающей роли естественных наук и научных исследований в современном мире.
- Создать условия для формирования понимания биологических процессов на уровне клетки.
- Создать условия для ознакомления с основными методами молекулярной генетики и биоинформатики, формирования представлений о возможностях их использования в научных и практических целях.
- Создать условия для развития умений применять теоретические знания в области молекулярной генетики и биоинформатики для решения практических задач.
- Создать условия для освоения основного синтаксиса языка программирования Python.
- Создать условия для формирования навыков работы с инструментальными программными средами.
- Создать условия для овладения общими понятиями и принципами программирования.

Развивающие:

- Создать условия для развития логического мышления.

- Создать условия для развития памяти, наблюдательности и внимания.
- Создать условия для развития умений анализировать, сопоставлять, сравнивать, обобщать познавательные объекты, делать выводы.
- Создать условия для развития умений самостоятельно осуществлять поиск информации.
- Содействовать развитию самостоятельной познавательной деятельности.

Воспитательные:

- Содействовать повышению уровня мотивации к обучению.
- Способствовать развитию умения отстаивать свою точку зрения.

1.6. Адресат программы.

Программа ориентирована на учащихся 14-17 лет. Требования к учащимся, поступающим на программу: знание основ биологии клетки, генетики, основ неорганической химии, уверенное пользование ПК. Минимальное количество человек в группе – 10, максимальное – 12.

Уровень программы – продвинутый.

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

1.8. Срок освоения программы: 3 месяца, объем программы – 48 часов.

1.9. Форма организации занятий: индивидуальная, групповая.

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

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

1.12. Ожидаемые результаты обучения

Личностные результаты:

Учащийся будет демонстрировать в деятельности:

- самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;
- готовность к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;
- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия.

Метапредметные результаты:

Учащийся будет демонстрировать в деятельности:

- умение находить биологическую информацию в разных источниках, анализировать и оценивать информацию;
- умение устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;
- умение самостоятельно адекватно оценивать правильность выполнения задания и вносить необходимые коррективы;
- готовность осознавать свое продвижение в овладении знаниями и умениями.

Предметные результаты:

Учащийся будет демонстрировать в деятельности:

- знание базовых методов в области молекулярных биотехнологий, о возможностях их применения в научной и практической деятельности человека;
- умение применять приобретенные знания для решения практических задач;
- умение делать расчеты реакционных смесей;
- умение создавать и выполнять программы для решения прикладных задач на языке программирования Python;
- умение работать с базами данных в области геномики и молекулярной биологии (NCBI и др.);
- умение ориентироваться в биоинформатическом программном обеспечении (программа UGENE).

1.13. Формы промежуточной аттестации: решение задач в области молекулярной генетики и биоинформатики.

II. 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 ретриктионный анализ ДНК	0,5	1,5	2	Фронтальная (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	3	6	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
3.	Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули.	3	3	6	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)
4.	Задачи НТО прошлых	2	4	6	Комбинированная

	лет.				(практическая проверка)
	Итого:	18,5	29,5	48	

III. Содержание изучаемого курса

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 часа):

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. (6 часов)

Теория (3 часа):

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

Практика (3 часа):

Решение практических задач.

Тема 3. Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули. (6 часов)

Теория (3 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 (3 часа):

Решение практических задач.

Тема 4. Задачи НТО прошлых лет. (6 часов)

Теория (2 часа):

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

Практика (4 часа):

Решение задач НТО по профилю «Геномное редактирование».

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 и 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	Лекция-	Традиционн	Словесные	Презента	Компьюте	Фронтальная

	нуклеиновых кислот и белков	беседа, практическая работа	ые технологии	методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	ция, видео	р, система видеоконференцсвязи, СДО	(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); Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (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);	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная

	ние			Наглядные методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);		, СДО	нная (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, система видеоконференцсвязи, СДО	Комбинированная (практическая проверка).
2.	Циклы. Строки. Списки	Лекция-беседа, практическая работа	Компьютерные технологии	Словесные методы (устное изложение, беседа); Наглядные методы (метод демонстраций)	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Комбинированная (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, система видеоконференцсвязи, СДО	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, система видеоконференцсвязи, СДО	Комбинированная (практическая проверка).

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 диагностика

Критерии 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., Рзаев Р.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 _____

V. 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. Коничев, А.С. Молекулярная биология [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования, обучающихся по профилю "Биология" / Коничев 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 геномной инженерии / Биомолекула - <https://biomolecula.ru/articles/vazhneishie-metody-molekuliarnoi-biologii-i-gennoi-inzhenerii>
13. Гельфанд М.С. Что может биоинформатика / Химия и жизнь. – 2009. - № 9. - URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430895/Chto_mozhet_bioinformatika
14. Биоинформатика - наука XXI века (видео) - URL: https://www.youtube.com/watch?v=R6_19X6fNPU
15. 12 методов в картинках: геномная инженерия. Часть I, историческая. Волкова О., Пташник О. / Биомолекула. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaja>
16. 12 методов в картинках: геномная инженерия. Часть II: инструменты и техники. Волкова О., Пташник О. / Биомолекула. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-ii-instrumenty-i-tekhniki>
17. 12 методов в картинках: полимеразная цепная реакция. Панов А., Пташник

- О. / Биомолекула – 2017 г. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia>
- 18.12 методов в картинках: секвенирование нуклеиновых кислот. Недолужко А., Пташник О. / Биомолекула. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-sekvenirovanie-nukleinovykh-kislot>
- 19.12 методов в картинках: протеомика. Мошковский С., Пташник О. / Биомолекула – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-proteomika>
- 20.12 методов в картинках: «сухая» биология. Табакмахер В., Пташник О. / Биомолекула – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-sukhaia-biologiia>

Электронные ресурсы:

1. База данных медицины и молекулярной биологии NSBI - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. База данных плазмид - URL: <https://www.addgene.org/>
3. База данных протеинов - URL: [RCSB PDB: Homepage](https://www.rcsb.org/)
4. Видео «Создание множественного выравнивания последовательностей из файла формата FASTA» - URL: https://vk.com/video-74359225_169913986
5. Видео «Работа с последовательностью: основные операции, часть 1» - URL: https://vk.com/video-74359225_169913996
6. Видео «Поиск повторов в последовательности ДНК с помощью UGENE» - URL: https://vk.com/video-74359225_169981847
7. Видео «Поиск сайтов рестрикции в UGENE» - URL: https://vk.com/video-74359225_169934704
8. Видео «Работа с множественным выравниванием последовательностей, основы» - URL: https://vk.com/video-74359225_169914004
9. Видео «Работа с Open Reading Frames (ORF-ы) в UGENE» - URL: https://vk.com/video-74359225_169981845
10. Видео «Методы построения филогенетических деревьев» - URL: https://vk.com/video-74359225_170064984
11. Лекции «Генная инженерия в школе» - URL: https://www.youtube.com/@gen_eng
12. Северинов Константин. Редактирование генома с CRISPR/Cas9 / Постнаука - <https://postnauka.ru/animate/154870>
13. 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>
14. 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](https://drive.google.com/file/d/17uarDOb4fV11Uvr7-S9wJzwEF5Q-nfZJ/view)

15. 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>
16. 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>
17. 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>
18. 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>
19. Материалы курса «Практическая биоинформатика и молекулярная биология» - URL: <https://www.youtube.com/@nsusynbio>
20. 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>.
21. Молекулярная биология [Электронный ресурс] / Postnauka.ru - URL: <https://postnauka.ru/themes/molekulyarnaya-biologiya>.
22. Национальная технологическая олимпиада (официальный сайт) - URL: <https://ntcontest.ru/>
23. 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)
24. Спецпроект «12 биологических методов в картинках» [Электронный ресурс] / Биомолекула - URL: <https://biomolecula.ru/specials/metody>
25. Редактирование генома / сайт компании KWS - URL: <https://www.kws.com/ru/ru/innovatsiya/metody-selekcii/redaktirovanie-genoma/>
26. Редактирование генома / сайт компании SkyGen - URL: <https://www.skygen.com/podderzhka/obzory/29-redaktirovanie-genomov/>

VII. Приложения

Приложение 1

Календарный учебный график

Педагоги: Икко Н.В., Соколан Н.И., Рзаев Р.А.

Количество учебных недель: 12

Режим проведения занятий: два раза в неделю по 2 академических часа.

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.			17.00-17.45 17.55-18.40 18.50-19.35	Лекция, практическая работа	3	Определение концентрации и объема для приготовления рабочих растворов	Биоквантум, каб. 120	Конспект, результаты решения заданий в журнале (тетради)
2.			17.00-17.45 17.55-18.40	Лекция, практическая работа	2	Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 1.	Биоквантум, каб. 120	Конспект, результаты решения заданий в журнале (тетради)
3.			17.00-17.45 17.55-18.40 18.50-19.35	Практическая работа, самостоятельная работа	3	Решение задач по химии Национальной технологической олимпиады. Часть 2.	Биоквантум, каб. 120	Результаты решения заданий в журнале (тетради)
4.			17.00-17.45 17.55-18.40	Лекция, практическая работа	2	Строение нуклеиновых кислот и белков. Репликация ДНК.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
5.			17.00-17.45	Лекция,	2	Репликация ДНК. Биосинтез белка	Дистанционно	Комбинированная

			17.55-18.40	практическая работа				(практическая проверка)
6.			17.00-17.45	Практическая работа	1	Биосинтез белка	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
7.			17.55-18.40	Лекция	1	Полимеразная цепная реакция. Электрофорез ДНК	Дистанционно	Фронтальная (устный опрос)
8.			17.00-17.45	Практическая работа	1	Полимеразная цепная реакция.	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
9.			17.55-18.40	Практическая работа	1	Электрофорез ДНК	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
10.			17.00-17.45 17.55-18.40	Лекция, практическая работа	2	Рестриктазы и рестрикционный анализ	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
11.			17.00-17.45	Лекция	1	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Дистанционно	Фронтальная (устный опрос)
12.			17.55-18.40	Практическая работа	1	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
13.			17.00-17.45	Практическая работа	1	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
14.			17.55-18.40	Практическая работа	1	Биоинформатические инструменты в геномике	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)

15.			17.00-17.45 17.55-18.40	Практическая работа	2	Биоинформатические инструменты в геномике	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
16.				Лекция, практическая работа	2	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
17.				Лекция, практическая работа	2	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
18.				Лекция, практическая работа	2	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
19.				Лекция, практическая работа	2	Циклы. Строки. Списки.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
20.				Лекция, практическая работа	2	Циклы. Строки. Списки.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
21.				Лекция, практическая работа	2	Циклы. Строки. Списки.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
22.				Лекция, практическая работа	2	Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
23.				Лекция, практическая работа	2	Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)

24.				Лекция, практическая работа	2	Функции. Словари. Интерпретатор. Файлы. Модули.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
25.				Лекция, практическая работа	2	Задачи НТО прошлых лет.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
26.				Лекция, практическая работа	2	Задачи НТО прошлых лет.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
27.				Практическая работа	2	Задачи НТО прошлых лет.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
				Итого:	48			

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 |

Приложение 3

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'-СТСГСААСГГААААСС-3'.

Пояснение к ответу

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

Ответ: GGCTGTTGСТААТАТТ.

Приложение 4

Программа воспитательной работы

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;
- формирования экологического мышления, а также установки на бережное отношение к природным ресурсам и готовности к активной деятельности по сохранению окружающей среды;

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 интереса к личностям деятелей российской и мировой науки;
- формирование ценностей научной этики, объективности;
- формирование понимания личной и общественной ответственности учёного, исследователя;
- формирование стремления к достижению общественного блага посредством познания,

исследовательской деятельности;

- формирование уважения к научным достижениям российских учёных;
- формирование понимания ценностей рационального природопользования;
- 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, выставки, выступления, презентации проектов и исследований) 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

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